

World Data Center for Oceanography, Silver Spring
International Ocean Atlas Series, Volume 2
NOAA Atlas NESDIS 39

БИОЛОГИЧЕСКИЙ АТЛАС МОРЕЙ АРКТИКИ 2000: планктон Баренцева и Карского морей

Г. Матишов, П. Макаревич, С. Тимофеев, Л. Кузнецов,
Н. Дружков, В. Ларионов, В. Голубев, А. Зуев,
Н. Адров, В. Денисов, Г. Ильин, А. Кузнецов,
С. Денисенко, В. Савинов, А. Шавыкин
(Мурманский морской биологический институт, Россия)

И. Смоляр, С. Левитус, Т. О'Брайан, О. Баранова
(Мировой центр данных по океанографии, Silver Spring
Лаборатория морского климата, NODC/NOAA, США)

Мурманск – Silver Spring
Ноябрь 2000

Содержание

Предисловие.....	16
Благодарности.....	18
Аннотация.....	20
1. Введение.....	22
2. История гидробиологических исследований.....	24
2.1. Фитопланктон.....	24
2.2. Зоопланктон.....	32
2.3. Зообентос.....	48
3. Фотографии фитопланктона.....	60
4. Данные.....	66
4.1 Описание базы данных.....	66
4.2 Дискретные измерения.....	70
4.3 Непрерывные измерения.....	76
4.4 Списки видов планктона.....	78
5. Контроль качества гидробиологических данных.....	80
5.1 Физические и гидрохимические данные.....	80
5.2 Биологические данные.....	80
6. Визуализация данных.....	88
6.1. Физические характеристики.....	88
6.2. Биологические характеристики.....	90
7. Изменения планктонного сообщества.....	94
8. Содержание CD-ROM.....	98
9. Заключение и будущие работы.....	100
10. Библиография.....	102
11. Приложения.....	114
A. История гидробиологических исследований: списки публикаций.....	141
B. Списки видов планктона.....	168
C. Распределение данных.....	171
D. Анализ температуры и солёности.....	189
E. Фитопланктон.....	214
F. Зоопланктон.....	304

G. Документирование изменений планктонного сообщества.....	342.
--	------

Список приложений

Приложение А: История гидробиологических исследований: списки публикаций.....	114
A1. Фитопланктон.....	141
A2. Зоопланктон.....	145
A3. Зообентос.....	164
Приложение В: Списки видов планктона.....	168
B1. Фитопланктон.....	169
B2. Зоопланктон.....	170
Приложение С: Распределения данных.....	171
C1. Распределение всех станций.....	172
C2. Распределение физических и гидрохимических данных.....	173
C3. Распределение данных по хлорофиллу.....	174
C4.1-C4.14. Распределение станций по рейсам.....	175
Приложение D: Анализ температуры и солёности.....	189
D1-D8. Температура, солёность. Зима, лето. Глубины 0 и 100 м. 1920-1940.....	190
D9-D16. Температура, солёность. Зима, лето. Глубины 0 и 100 м. 1950-1960.....	198
D17-D24. Температура, солёность. Зима, лето. Глубины 0 и 100 м. 1980-1990.....	206
Приложение Е: Фитопланктон.....	214.
E1. Распределение данных по фитопланктону.....	215
E2.1-E2.68. Баренцево море. Анализ данных.....	216
E2.1 -E2.35. Прибрежная зона.....	216
E2.36-E2.54. Заливы Кольского полуострова.....	251
E2.55-E2.68. Разрезы.....	270
E3.1-E3.14. Карское море. Анализ данных.....	284
E4.1-E4.6. Рейсы атомных ледоколов.....	298
Приложение F: Зоопланктон.....	304.
F1. Распределение данных по зоопланктону.....	305
F2.1-F2.24. Баренцево море. Анализ данных.....	306
F3.1-F3.12. Карское море. Анализ данных.....	330.
Приложение G: Документирование изменений планктонного сообщества.....	342...
G1. Фитопланктон. Баренцево море (69-72°N, 33°30'E). 1921 vs. 1997.....	343
G2. Фитопланктон. Баренцево море (71°N, 33°30'E). 1921-1957-1985-1997.....	344
G3. Зоопланктон. Карское море. 1936 vs. 1981.....	345
G4. Зоопланктон. Баренцево море. 1953-1955 vs. 1956-1957.....	346
G5. Фитопланктон. Баренцево море. Кольский разрез. 1921 vs. 1997.....	347.
G6. Зоопланктон. Баренцево море. Тренды. 1952-1959.....	348

Список иллюстраций

Приложение А. История гидробиологических исследований: списки публикаций

- A1. Фитопланктон
- A2. Зоопланктон
- A3. Зообентос

Приложение В. Списки видов планктона

- B1. Фитопланктон
- B2. Зоопланктон

Приложение С. Распределение данных

- C1. Распределение всех станций
- C2. Распределение физических и гидрохимических данных
- C3. Распределение данных по хлорофиллу

Распределение станций по рейсам

- C4.1. 1913-1929
- C4.2. 1930-1953
- C4.3. 1953-1954
- C4.4. 1954
- C4.5. 1955
- C4.6. 1955-1956
- C4.7. 1956-1957
- C4.8. 1957-1958
- C4.9. 1958-1962
- C4.10. 1963-1984.
- C4.11. 1985-1989.
- C4.12. 1989-1994.
- C4.13. 1994-1998
- C4.14. 1998-1999

Приложение D. Анализ температуры и солёности

- | | | | | |
|-----|------------------|-----------------|-----------|---------------|
| D1. | Температура (°C) | Август-сентябрь | 1920-1940 | Глубина 0 м |
| D2. | Температура (°C) | Август-сентябрь | 1920-1940 | Глубина 100 м |
| D3. | Солёность (pss) | Август-сентябрь | 1920-1940 | Глубина 0 м |
| D4. | Солёность (pss) | Август-сентябрь | 1920-1940 | Глубина 100 м |
| D5. | Температура (°C) | Февраль-апрель | 1920-1940 | Глубина 0 м |
| D6. | Температура (°C) | Февраль-апрель | 1920-1940 | Глубина 100 м |
| D7. | Солёность (pss) | Февраль-апрель | 1920-1940 | Глубина 0 м |
| D8. | Солёность (pss) | Февраль-апрель | 1920-1940 | Глубина 100 м |
| D9. | Температура (°C) | Август-сентябрь | 1950-1960 | Глубина 0 м |
| D10 | Температура (°C) | Август-сентябрь | 1950-1960 | Глубина 100 м |
| . | | | | |
| D11 | Солёность (pss) | Август-сентябрь | 1950-1960 | Глубина 0 м |
| . | | | | |

D12	Солёность (pss)	Август-сентябрь	1950-1960	Глубина 100 м
D13	Температура (°C)	Февраль-апрель	1950-1960	Глубина 0 м
D14.	Температура (°C)	Февраль-апрель	1950-1960	Глубина 100 м
D15.	Солёность (pss)	Февраль-апрель	1950-1960	Глубина 0 м
D16.	Солёность (pss)	Февраль-апрель	1950-1960	Глубина 100 м
D17.	Температура (°C)	Август-сентябрь	1920-1940	Глубина 0 м
D18.	Температура (°C)	Август-сентябрь	1920-1940	Глубина 100 м
D19.	Солёность (pss)	Август-сентябрь	1920-1940	Глубина 0 м
D20.	Солёность (pss)	Август-сентябрь	1920-1940	Глубина 100 м
D21.	Температура (°C)	Февраль-апрель	1920-1940	Глубина 0 м
D22.	Температура (°C)	Февраль-апрель	1920-1940	Глубина 100 м
D23.	Солёность (pss)	Февраль-апрель	1920-1940	Глубина 0 м
D24.	Солёность (pss)	Февраль-апрель	1920-1940	Глубина 100 м

Приложение Е: Фитопланктон

Е1. Распределение станций по фитопланктону

Баренцево море. Анализ данных. Прибрежная зона

E2.1.	Поверхность-дно	Число видов	Сентябрь, 1954
E2.2.	Поверхность-дно	Число клеток	Сентябрь, 1954
E2.3.	Поверхность-дно	Биомасса	Сентябрь, 1954
E2.4.	Поверхность-дно	Биоразнообразие	Сентябрь, 1954
E2.5.	Поверхность-дно	Географические характеристики	Сентябрь, 1954
E2.6.	Поверхность-дно	Экологические характеристики	Сентябрь, 1954
E2.7.	Поверхность-дно	Таксономический состав	Сентябрь, 1954
E2.8.	Поверхность-дно	Число видов	Апрель, 1955
E2.9.	Поверхность-дно	Число клеток	Апрель, 1955
E2.10.	Поверхность-дно	Биомасса	Апрель, 1955
E2.11.	Поверхность-дно	Биоразнообразие	Апрель, 1955
E2.12.	Поверхность-дно	Географические характеристики	Апрель, 1955
E2.13.	Поверхность-дно	Экологические характеристики	Апрель, 1955
E2.14.	Поверхность-дно	Таксономический состав	Апрель, 1955
E2.15.	Поверхность-дно	Число видов	Апрель-май, 1957
E2.16.	Поверхность-дно	Число клеток	Апрель-май, 1957
E2.17.	Поверхность-дно	Биомасса	Апрель-май, 1957
E2.19.	Поверхность-дно	Географические характеристики	Апрель-май, 1957
E2.20.	Поверхность-дно	Экологические характеристики	Апрель-май, 1957
E2.21.	Поверхность-дно	Таксономический состав	Апрель-май, 1957
E2.22.	Поверхность-дно	Число видов	Сентябрь-октябрь, 1957
E2.23.	Поверхность-дно	Число клеток	Сентябрь-октябрь, 1957
E2.24.	Поверхность-дно	Биомасса	Сентябрь-октябрь, 1957
E2.25.	Поверхность-дно	Биоразнообразие	Сентябрь-октябрь, 1957
E2.26.	Поверхность-дно	Географические характеристики	Сентябрь-октябрь, 1957
E2.27.	Поверхность-дно	Экологические характеристики	Сентябрь-октябрь, 1957
E2.28.	Поверхность-дно	Таксономический состав	Сентябрь-октябрь, 1957
E2.29.	Поверхность-дно	Число видов	Ноябрь-декабрь, 1985

E2.30.	Поверхность-дно	Число клеток	Ноябрь-декабрь, 1985
E2.31.	Поверхность-дно	Биомасса	Ноябрь-декабрь, 1985
E2.32.	Поверхность-дно	Биоразнообразие	Ноябрь-декабрь, 1985
E2.33.	Поверхность-дно	Географические характеристики	Ноябрь-декабрь, 1985
E2.34.	Поверхность-дно	Экологические характеристики	Ноябрь-декаб., 1985
E2.35.	Поверхность-дно	Таксономический состав	Ноябрь-декаб., 1985

Баренцево море. Анализ данных. Заливы Кольского полуострова

E2.36.	Положение станций		
E2.37.	Количественные характеристики	Губа Ярнышная	1968
E2.38.	Структурные характеристики	Губа Ярнышная	1968
E2.39.	Количественные характеристики	Губа Дальнезеленецкая	1968
E2.40.	Структурные характеристики	Губа Дальнезеленецкая	1968
E2.41.	Количественные характеристики	Губа Дальнезеленецкая	1970
E2.42.	Структурные характеристики	Губа Дальнезеленецкая	1970
E2.43.	Количественные характеристики	Губа Дальнезеленецкая	1986
E2.44.	Структурные характеристики	Губа Дальнезеленецкая	1986
E2.45.	Количественные характеристики	Губа Дальнезеленецкая	1987
E2.46.	Структурные характеристики	Губа Дальнезеленецкая	1987
E2.47.	Количественные характеристики	Губа Дальнезеленецкая	1988
E2.48.	Структурные характеристики	Губа Дальнезеленецкая	1988
E2.49.	Количественные характеристики	Губа Дальнезеленецкая	1989
E2.50.	Структурные характеристики	Губа Дальнезеленецкая	1989

Баренцево море. Анализ данных Разрезы. Обобщение для слоя поверхность-дно

E2.51.	Поверхность-дно	Судно <i>Соколица</i>	Май, 1921
E2.52.	Поверхность-дно	Судно <i>Соколица</i>	Август, 1921
E2.53.	Поверхность-дно	Судно <i>Помор</i>	Апрель, 1985
E2.54.	Поверхность-дно	Судно <i>Помор</i>	Май, 1997

Баренцево море. Анализ данных Разрезы. Вертикальные распределения

E2.55.	Число видов	Май, 1997
E2.56.	Число клеток	Май, 1997
E2.57.	Биомасса	Май, 1997
E2.58.	Биоразнообразие	Май, 1997
E2.59.	Географические характеристики	Май, 1997
E2.60.	Экологические характеристики	Май, 1997
E2.61.	Таксономический состав	Май, 1997
E2.62.	Число видов	Август, 1988
E2.63.	Число клеток	Август, 1988
E2.64.	Биомасса	Август, 1988
E2.65.	Биоразнообразие	Август, 1988
E2.66.	Географические характеристики	Август, 1988
E2.67.	Экологические характеристики	Август, 1988
E2.68.	Таксономический состав	Август, 1988

Карское море. Анализ данных

E3.1.	Поверхность-дно	Число видов	Август-сентябрь, 1981
E3.2.	Поверхность-дно	Число клеток	Август-сентябрь, 1981

E3.3.	Поверхность-дно	Биомасса	Август-сентябрь, 1981
E3.4.	Поверхность-дно	Биоразнообразие	Август-сентябрь, 1981
E3.5.	Поверхность-дно	Географические характеристики	Август-сентябрь, 1981
E3.6.	Поверхность-дно	Экологические характеристики	Август-сентябрь, 1981
E3.7.	Поверхность-дно	Таксономический состав	Август-сентябрь, 1981
E3.8.	Поверхность-дно	Число видов	Август-сентябрь, 1991
E3.9.	Поверхность-дно	Число клеток	Август-сентябрь, 1991
E3.10.	Поверхность-дно	Биомасса	Август-сентябрь, 1991
E3.11.	Поверхность-дно	Биоразнообразие	Август-сентябрь, 1991
E3.12.	Поверхность-дно	Географические характеристики	Август-сентябрь, 1991
E3.13.	Поверхность-дно	Экологические характеристики	Август-сентябрь, 1991
E3.14.	Поверхность-дно	Таксономический состав	Август-сентябрь, 1991

Рейсы атомных ледоколов

E4.1.	Поверхность	Ледокол <i>Арктика</i>	Апрель-май, 1996
E4.2.	Поверхность	Ледокол <i>Советский Союз</i>	Апрель 1-9, 1996
E4.3.	Поверхность	Ледокол <i>Советский Союз</i>	Апрель 17-22, 1996
E4.4.	Поверхность	Ледокол <i>Вайгач</i>	Февраль, 1998
E4.5.	Поверхность	Ледокол <i>Россия</i>	Апрель, 1998
E4.6.	Поверхность	Ледокол <i>Советский Союз</i>	Февраль-март, 1999

Приложение F. Зоопланктон

F1. Распределение данных по зоопланктону

Баренцево море. Анализ данных

F2.1.	Поверхность-дно	Биомасса	Октябрь-ноябрь, 1952
F2.2.	Поверхность-дно	Биоразнообразие	Октябрь-ноябрь, 1952
F2.3.	Поверхность-дно	Биомасса	Апрель, 1953
F2.4.	Поверхность-дно	Биоразнообразие	Апрель, 1953
F2.5.	Поверхность-дно	Биомасса	Июль, 1953
F2.6.	Поверхность-дно	Биоразнообразие	Июль, 1953
F2.7.	Поверхность-дно	Биомасса	Сентябрь-октябрь, 1953
F2.8.	Поверхность-дно	Биоразнообразие	Сентябрь-октябрь, 1953
F2.9.	Поверхность-дно	Биомасса	Ноябрь-декабрь, 1953
F2.10.	Поверхность-дно	Биоразнообразие	Ноябрь-декабрь, 1953
F2.11.	Поверхность-дно	Биомасса	Декабрь, 1954
F2.12.	Поверхность-дно	Биоразнообразие	Декабрь, 1954
F2.13.	Поверхность-дно	Биомасса	Февраль, 1955
F2.14.	Поверхность-дно	Биоразнообразие	Февраль, 1955
F2.15.	Поверхность-дно	Биомасса	Апрель, 1955
F2.16.	Поверхность-дно	Биоразнообразие	Апрель, 1955
F2.17.	Поверхность-дно	Биомасса	Май, 1955
F2.18.	Поверхность-дно	Биоразнообразие	Май, 1955
F2.19.	Поверхность-дно	Биомасса	Июнь, 1955
F2.20.	Поверхность-дно	Биоразнообразие	Июнь, 1955
F2.21.	Поверхность-дно	Биомасса	Июль, 1955

F2.22.	Поверхность-дно	Биоразнообразии	Июль, 1955
F2.23.	Поверхность-дно	Биомасса	Август-сентябрь, 1955
F2.24.	Поверхность-дно	Биоразнообразии	Август-сентябрь, 1955

Карское море. Анализ данных

F3.1.	Поверхность-дно	Число видов	Август-октябрь, 1936
F3.2.	Поверхность-дно	Число видов	Август-сентябрь, 1981
F3.3.	Поверхность-дно	Относительное обилие	Август-октябрь, 1936
F3.4.	Поверхность-дно	Относительное обилие	Август-сентябрь, 1981
F3.5.	Поверхность-дно	Обилие	Август-сентябрь, 1981
F3.6.	Поверхность-дно	Биоразнообразии	Август-сентябрь, 1981
F3.7.	Разрез1	Обилие	Август-сентябрь, 1981
F3.8.	Разрез1	Биоразнообразии	Август-сентябрь, 1981
F3.9.	Разрез2	Обилие	Август-сентябрь, 1981
F3.10.	Разрез2	Биоразнообразии	Август-сентябрь, 1981
F3.11.	Разрез3	Обилие	Август-сентябрь, 1981
F3.12.	Разрез3	Биоразнообразии	Август-сентябрь, 1981

Приложение G. Документирование изменений планктонного сообщества

G1.	Фитопланктон	Баренцево море	69-72°N, 33°30'E	1921 vs. 1997
G2.	Фитопланктон	Баренцево море	71°N, 33°30'E	1921-1957-1985-1997
G3.	Зоопланктон	Карское море		1936 vs. 1981
G4.	Зоопланктон	Баренцево море		1953-1955 vs. 1956-1957
G5.	Фитопланктон	Баренцево море	<i>Кольский разрез</i>	1921 vs. 1997
G6.	Зоопланктон	Баренцево море	Тренды	1952-1959

ПРЕДИСЛОВИЕ

Баренцево и Карское моря служат традиционным объектом исследования для многих поколений российских учёных. Россия регулярно снаряжала экспедиции в эти моря, начиная с конца 19 века, что позволило накопить к настоящему времени огромный объём физических, гидрохимических и гидробиологических данных. Это обстоятельство делает Баренцево и Карские моря удобным полигоном для исследования широкого круга фундаментальных проблем естествознания. Вместе с тем, Баренцево море принадлежит системе Гольфстрима, так как является конечным пунктом трансформации вод Атлантического океана. Поэтому для понимания природы процессов в данном районе, необходимо рассмотрение всей системы Гольфстрима от полуострова Флорида до архипелага Новая Земля. Этот факт определяет долговременные цели сотрудничества Мурманского морского биологического института, Россия (ММБИ) и Мирового центра данных по океанографии, Silver Spring (WDC) как в плане формирования базы океанографических данных, так и в плане её использования для исследования климата океана.

Биологический атлас морей Арктики 2000: планктон Баренцева и Карского морей является второй работой, выполненной ММБИ и WDC в рамках проекта GODAR (глобальное спасение и архивации океанологических данных), поддерживаемого Межгосударственной океанографической комиссией ЮНЕСКО. Первая - *Климатический атлас Баренцева моря 1998: температура, солёность, кислород* вышла в 1998 году и часть тиража этой работы передана в различные учебные заведения, включая и школы Мурманска. Аналогичным образом мы планируем поступить и с настоящей работой, полагая, что это стимулирует интерес молодёжи к исследованию океана и его биоресурсов.

Первичные данные, на основе которых базируется настоящий атлас, подготовлены для международного распространения без ограничений на CD-ROM и через интернет в соответствии с принципами Мировых центров данных Международного совета научных объединений и Межгосударственной океанографической комиссией ЮНЕСКО.

Сидней Левитус, Директор
Мировой центр данных по океанографии,
Silver Spring, Лаборатория морского климата
Национальный центр океанографических
данных/НОАА, США

Академик Геннадий Матишов, Директор
Мурманский морской биологический
институт, Кольский научный центр
Российская Академия Наук, Россия

БЛАГОДАРНОСТИ

Благодаря усилиям нескольких поколений российских учёных, наблюдателей, моряков 1910-1950 годов собраны данные, позволяющие нам сегодня исследовать природу морей Арктики. Многие авторы настоящей работы учились на трудах А. Линко, К. Дерюгина, Б. Мантейфеля, М. Камшилова, Э. Зеликман и других ученых старшего поколения.

На протяжении многих лет экипажи судов ММБИ *Помор* и *Дальние Зеленцы* обеспечивали возможность сбора данных в Арктике, несмотря на суровые условия полярных широт.

Особую благодарность заслуживают экипажи атомных ледоколов *Арктика*, *Советский Союз*, *Вай-гач*, *Россия*. Информация о планктоне, собранная в период плавания на атомных ледоколах, позволяет изучать районы, ранее недоступные для исследований.

Академия Наук России и Кольский Научный Центр вместе с Национальным Центром по изучению Океана и Атмосферы (NOAA) в рамках *Программы Климат и Глобальные Изменения* поддерживали работу по созданию гидробиологической базы данных и расчётам характеристик планктона для районов Баренцева и Карского морей.

Междугосударственная Океанографическая Комиссия ЮНЕСКО (ИОС) поддерживает проект GODAR, благодаря чему спасен большой объём данных. Важными источниками данных для настоящей работы являлись Центральная библиотека NOAA (Silver Spring, MD, США), Славянское и Балтийское отделение публичной библиотеки Нью-Йорка (США), библиотека Дартмуд колледжа (Hanover, NH, США), Славянская библиотека (Хельсинки, Финляндия)

Мы благодарим коллектив ММБИ и в особенности Д. Моисеева, Т. Кузнецову, Е. Дружкову, М. Громова, Л. Матюшеву, Д. Широколову, а также сотрудников WDC, Silver Spring и NODC/NOAA, Д. Антонова, Т. Боера, М. Конкрайт, Р. Гелфелда, Д. Джонсон, К. Сазама, К. Стефенс, Г. Трам-мел, К. Форги, С. Филипс за помощь при создании базы данных. Мы выражаем благодарность Е. Макаренко, за перевод этой работы с русского языка на английский. Особенно мы хотим поблагодарить докторов наук С. Дробышеву (Полярный институт рыбного хозяйства и океанографии, Мурманск, Россия), Е. Мархасёву (Зоологический институт, С. Петербург, Россия), А. Пиколло, Морфи (NOAA, Silver Spring, MD, США), которые рецензировали данную работу.

БИОЛОГИЧЕСКИЙ АТЛАС МОРЕЙ АРКТИКИ 2000: планктон Баренцева и Карского морей

Г. Матишов, П. Макаревич, С. Тимофеев, Л. Кузнецов, Н. Дружков,
В. Ларионов, В. Голубев, А. Зуев, Н. Адров, В. Денисов, Г. Ильин,
А. Кузнецов, С. Денисенко, В. Савинов, А. Шавыкин
(Мурманский морской биологический институт, Россия)

И. Смоляр, С. Левитус, Т. О'Брайан, О. Баранова
(Мировой центр данных по океанографии, Silver Spring
Лаборатория морского климата
Национальный центр океанографических данных, США)

АННОТАЦИЯ

Приводятся физические и биологические (фито- и зоопланктон) данные 158 рейсов научных судов за 1913-1999 годы, а также данные по фитопланктону, собранные в 1994-1999 годы в период плавания атомных ледоколов из Баренцева в Карское море. Представлены списки видов фито- и зоопланктона морей Арктики. Для каждого вида фитопланктона указана экологическая и географическая характеристики. Для массовых видов фитопланктона приведены фотографии живых клеток. Рассмотрены основные закономерности годового цикла развития планктона. Эти закономерности описаны в количественных терминах и показана возможность их использования для контроля качества биологических данных. Методы объективного анализа использовались для картирования распределения физических и биологических характеристик Баренцева и Карского морей. Проведено сравнение структуры фито- и зоопланктона 30-х, 50-х и 90-х годов. Показано, что выявленные различия намного превышают ошибку, вносимую за счёт различных методик отбора проб планктона.

1. ВВЕДЕНИЕ

Планктон является биологической компонентой Мирового океана и кормовой базой для многих обитателей морской среды. Это обстоятельство делает проблему изучения планктона важной составной частью исследования океана и его биоресурсов.

Изучение Баренцева, Карского морей начались во второй половине 19 века. Пик исследований приходится на 1960-1990 годы, когда десятки судов проводили ежемесячно сбор физических, гидробиологических данных в этом регионе. Полученная информация может быть использована для решения широкого круга задач океанологии, гидробиологии, рыболовства. На практике, использование этих данных сопряжено с рядом трудностей. Одна из основных причин обуславливающие эти трудности – отсутствие доступной для гидробиологов базы данных по планктону. Обычно, первичные данные находятся у специалистов, которые этот материал собрали и обработали, и недоступны широкому кругу исследователей. Кроме этого, данные, собранные в 20-50 годы, хранятся в рукописных тетрадях с множеством пометок о том, как они собирались и обрабатывались. Расшифровать эти записи при смене поколений учёных становится всё трудней. Данные обстоятельства в значительной степени тормозят гидробиологические исследования.

Цель работы – внедрить в практику исследования климата океана информацию о планктоне морей Арктики. Исходя из этого, задачами работы являются:

- а) создание базы данных по планктону Баренцева, Карского морей,
- б) документирование изменений планктонного сообщества.

Источниками информации для настоящей работы послужили наблюдения сотрудников ММБИ за период 1953-1999, а также данные за период 1913-1964 опубликованные в российских и американских изданиях. Эти издания находятся в Центральной библиотеке НОАА (Silver Spring, MD, USA), Славянской библиотеке (г. Хельсинки, Финляндия), публичной библиотеки Нью-Йорка (США), библиотеке Дартмуд колледжа (Hanover, NH, США).

Раздел *Фотографии клеток фитопланктона* подготовлен к.б.н. П. Макаревичем на основе материалов, собранных им в 1998-1999 годах. Раздел *Методы непрерывных наблюдений* подготовлен к.т.н. А. Шавыкиным на основе данных 72 рейса *Дальние Зеленцы*.

2. ИСТОРИЯ ГИДРОБИОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Многие страны проводили гидробиологические исследования Баренцева и Карского морей. Результаты норвежских, английских, немецких и других экспедиций опубликованы в англоязычной литературе и доступны учёным разных стран. Работы российских учёных опубликованы, в основном, на русском языке и недоступны для англоязычных читателей. Поэтому в настоящем разделе, главным образом, представлены работы российских специалистов. При этом основной упор делается на описание основных закономерностей развития планктона, так как на их основе могут быть предложены критерии контроля качества гидробиологических данных.

2.1 Фитопланктон

Баренцево море

Исследования фитопланктона Баренцева моря берут начало в 70-х годах 19 столетия (Палибин, 1903-1906; Дерюгин, 1915; Линко, 1907). На первом этапе, который завершился примерно в 1910 году, шло лишь накопление фактического материала без его детального анализа. В исследованиях в этот период принимали участие ученые Австрии, Англии, Бельгии, Германии, Дании, Норвегии, России, Швеции. В течение этого этапа было выполнено 300-500 станций, из которых большая часть выполнена Мурманской научно-промысловой экспедицией.

Начало 20 века ознаменовалось интенсивными работами по изучению пелагической флоры Баренцева моря (Мантейфель, 1938; Мосенцова, 1939; Schulz, Wulff, 1929), сделаны первые обобщения и теоретические выводы (Киселев, 1928; Усачев, 1935). Результатами работ в этот период стало расширение видового списка арктического фитопланктона, уточнение его таксономического состава. Работы, в основном, велись Институтом по изучению Севера и Полярным научно-исследовательскому институту рыбного хозяйства и океанографии (ПИНРО). За этот период было проведено 20 экспедиций и выполнено почти 800 станций..

Значимым этапом в изучении фитопланктона Баренцева моря явились работы Роухияйнен, выполненные в 1950-1960 годах. Они положили начало систематическому исследованию фитопланктона в ММБИ. В её работах (Роухияйнен, 1956, 1960, 1961а,б, 1962а,б, 1964, 1965, 1966а,б, 1967) рассматриваются и обсуждаются таксономический состав, пространственно-

временное распределение, динамика сезонной изменчивости (сукцессионная система)
фитопланктонных

сообществ, прибрежных вод Кольского полуострова. Роухияйнен подготовила, наиболее полный список фитопланктона (Роухияйнен, 1966а), а также вскрытие общих экологических механизмов вертикального распределения пелагических морских водорослей (Роухияйнен, 1966б).

Из публикаций этого периода следует упомянуть также работы Н.И. Кашкина (1963, 1964) по экологии и биогеографии отдельных таксонов водорослей, работы Г.К. Барашкова (1962 и др.) по биохимическому составу клеток фитопланктонных организмов, М.М. Камшилова (1950) по пространственному распределению отдельных видов диатомовых. В 70-х годах вышли работы А.А. Соловьевой (Соловьева, 1973, 1975, 1976; Соколова, Соловьева, 1971; Ведерников, Соловьева, 1972; Соколова, 1972; Соловьева, Чурбанова, 1980) и ее коллег, в которых рассматривается проблемы таксономического состава, первичной продукции и содержания хлорофилла, динамики фитопланктона. В 70-80-е годы появляется ряд статей Рыжова, посвященные сезонным и географическим группировкам пелагических водорослей, изучению воздействия фронтальных зон на распределение фитопланктона, использованию водорослей как биоиндикаторов водных масс (Рыжов, 1976, 1985, 1986; Рыжов, Сюзева, 1974; Рыжов и др., 1987).

Число экспедиций за 1950-1980 годы почти достигало ста. Было выполнено около 2000 станций.

Очередной этап исследований фитопланктона Баренцева моря, связан с появлением нового поколения гидробиологов в ММБИ во второй половине 80-х годов. Работы этого этапа были ориентированы на изучение таксономического состава фитопланктона (Ларионов, 1995; Макаревич, 1996, 1997; Makarevich, Larionov, 1992; Druzhkov, Makarevich, 1999), пространственной структуры (Дружков, Макаревич, 1989; 1996; Ларионов, 1993, 1997; Larionov, 1992) и продукционных характеристик фитопланктона (Бобров, 1985; Кузнецов и др., 1994; Savinov, 1992; Савинов, 1997), а также на исследование сукцессионной системы, сезонности развития фитоплана (Дружков, Макаревич, 1991; Дружков и др., 1997).

В 90-е годы особое внимание обращается на побережье архипелагов Новая Земля, Земля Франца-Иосифа и Шпицберген, желоб Св. Анны в Северном Ледовитом океане, Печорское море, район Обь-Енисейского мелководья в Карском море. Большинство этих областей никогда не исследовались ранее. Рейсы атомных ледоколов зимой из Баренцева в Карское море и обратно позволили собрать материал о состоянии фитопланктона в районах покрытых льдом.

В этот период исследования фитопланктона Баренцева моря проводились также Полярным институтом рыбного хозяйства и океанологии, Мурманск, Институтом океанологии, Москва Ботаническим институтом, С. Петербург, Мурманским управление гидрометслужбы.

За период с 1980 года по настоящее время проведено более ста экспедиций с участием фитопланктологов и выполнено почти три тысячи станций. Районами исследований являются практически все арктические моря , а также Норвежское, Северное и Белое моря, подробно изучаются отдельные губы и заливы Баренцева и Карского морей . В губе Дальнезеленецкая проводился многолетний экологический мониторинг (Дружков и др., 1990).

Приложении А1 содержит основные работы по фитопланктону. В таблице 1 представлены этапы исследования фитопланктона Баренцева моря российскими специалистами.

Карское море

История изучения фитопланктона Карского моря берет начало в 1875 г с экспедиции А. Норденшельда. Карское море отличается суровыми погодными условиями, оно покрыто льдами 8-9 месяцев в году, В связи с этим, число экспедиций, в которых собирался фитопланктон в период 1900-1980, не превышает нескольких десятков (Усачев, 1968). В 1974 г. состоялась Арктическая экспедиция Московского государственного университета (МГУ) изучавшая микрофлору северо-восточных районов Карского моря, где на 25 станциях было отобрано 148 проб.

Началом современного этапа работ, связанного с крупномасштабным изучением фитопланктона Карского моря являются 1980 годы. В этот период расширяется направленность планктонных исследований. Благодаря использованию атомных ледоколов в научных целях, стало возможным проведение экспедиций в труднодоступные из-за ледовой обстановки районы Карского моря в зимний и весенний периоды. Базовой научной организацией, ведущей исследования в этой области, является ММБИ (Бобров и др., 1989; Макаревич, 1993, 1994, 1995). Экспедиционные работы проводятся также Институтом океанологии, г. Москва (Vedernikov *et al.*, 1994), Арктическим и Антарктическим Научно-исследовательским институтом, С. Петербург и рядом других организаций. За этот период в Карском море было проведено почти 20 экспедиций, в которых было собрано около 1200 проб. Значительная часть этого материала вошла в настоящую работу.

Таблица 1. Хронология исследований фитопланктона Баренцева моря российскими учеными

Период	Автор	Содержание работ	Район исследований
1898-1913	Палибин И.В. Линко А.К. Дерюгин К.М.	<ul style="list-style-type: none"> • Таксономический состав • Сезонная встречаемость массовых видов 	Северная и южная часть
1920–1940	Киселев И.А. Киреева М.С. Щапова Т.Ф. Мосенцова Т.Н. Мантейфель Б.П.	<ul style="list-style-type: none"> • Таксономический состав • Сезонная встречаемость массовых видов 	Юго-западная и юго-восточная части, прибрежные районы Кольского полуострова
1950–1960	Роухияйнен М.И. Кашкин Н.И. Милейковский С.А.	<ul style="list-style-type: none"> • Таксономический состав • Динамика численности и биомассы (сезонная и многолетняя) • Пространственное распределение • Биология и экология видов • Хлорофилл • Первичная продукция 	Южная и центральная части
1970-1983	Соколова С.А. Соловьева А.А. Рыжов В.М. Сюзева Н.Г. Салахутдинов А.Н. Васютина Н.П. Макарова И.В. Бобров Ю.А. Хромов В.М. Савинов В.М. Ведерников В.И.	<ul style="list-style-type: none"> • Таксономический состав • Динамика численности и биомассы (сезонная и многолетняя) • Пространственное распределение • Хлорофилл • Первичная продукция 	Южная и центральная части
1984-1990	Макаревич П.Р. Ларионов В.В. Дружков Н.В. Рыжов В.М. Кузнецов Л.Л. Бобров Ю.А. Савинов В.М.	<ul style="list-style-type: none"> • Таксономический состав • Динамика численности и биомассы (сезонная и многолетняя) • Пространственное распределение • Хлорофилл • Первичная продукция 	Южная и центральная части
1991-2000	Макаревич П.Р. Ларионов В.В. Дружков Н.В. Дружкова Е.И. Ведерников В.И. Гагарин В.И. Титов О.В. Шавыкин А.А.	<ul style="list-style-type: none"> • Таксономический состав • Динамика численности и биомассы (сезонная и многолетняя) • Пространственное распределение • Хлорофилл • Первичная продукция 	Вся акватория

2.2 Зоопланктон

Баренцево море

История изучения зоопланктона Баренцева моря начинается с Научно-промысловой экспедиции, организованной в 1898 г. Н.М. Книповичем. Экспедиция работала до 1914 года. Ежегодно собирался зоопланктон из различных районах Баренцева моря, преимущественно в прибрежной зоне и в Кольском заливе. Результаты работ отображены в монографиях А.К. Линко (1907) и К.М. Дерюгина (1915). Главной целью изучения было обеспечение рыбаков прогнозом сроков подхода к побережью так называемой "наживочной рыбы" (прежде всего мойвы), используемой при ярусном промысле трески. Кроме того, эти же данные использовались для прогнозирования миграций белух, которые следовали вдоль побережья вслед за косяками мойвы. Количество экспедиций, в которых собирался материал по зоопланктону - 15-20, количество проб - 300-500.

Следующий этап (1930-1950 годы) изучения зоопланктона Баренцева моря связан с необходимостью прогнозирования промысла сельди. В этот период разрабатываются количественные методы сбора и анализа планктона (Богоров, 1927, 1933, 1934, 1938а,б, 1939а,б, 1940а), формируется сетка станций. Итогом этого этапа изучения зоопланктона Баренцева моря считается работа Б.П. Мантейфеля (1941).

В 1950-е годы. начинается ежегодный отбор проб зоопланктона по единой методике, на одних и тех же станциях. С 1953 года. собирается материал по обилию эвфаузиевых ракообразных (Дробышева, 1979, 1988, 1994; Дробышева, Нестерова, 1996), а с 1959 года. - по мезозоопланктону (Дегтерева, 1979; Дегтерева, Нестерова, 1985; Нестерова, 1990). Отбор проб эвфаузиид осуществляется в зимний период, а мезозоопланктона - дважды в год (апрель-май и май-июнь). В этот же период была реализована программа более детального исследования зоопланктона в прибрежной зоне Мурмана, включая Мотовский залив (Камшилов и др., 1958; Зеликман, Камшилов, 1960; Зеликман, 1977), а также в юго-восточной части Баренцева моря (Зеликман, 1961а, 1966; Мяэметс, Велдре, 1964). Основное внимание при этом уделялось сезонной динамике планктона, влиянию отношений "хищник - жертва" на внутригодовую и межгодовую изменчивость обилия зоопланктона, биологии массовых видов зоопланктона (Камшилов, 1951, 1952, 1955, 1958а,б; Зеликман, 1958а, б, 1961а,б,в, 1964; Петровская, 1960; Ржепишевский, 1958а, б, 1960а, б). Количество экспедиций, в которых собирался материал по зоопланктону в период 1950-1960 годов - 60-80, количество проб - 3,000-4,000.

Период 1960-1990 - этап в истории изучения зоопланктона Баренцева моря, связанный с необходимостью получением информации о кормовой базе личинок и молоди основных промысловых рыб (Антипова и др., 1974; Дегтерева, 1979; Дегтерева, Нестерова, 1985; Нестерова, 1990). Кроме того, данные по зоопланктону использовались при прогнозировании промысла мойвы (Дегтерева и др., 1990). С этой же целью в 1982-1993 годы осуществлялось ежегодное слежение за состоянием зоопланктона в центральной части Баренцева моря (Терещенко и др., 1994), где ранее такие работы не проводились.

В ММБИ в период 1976-984 проводились исследования сезонной динамики зоопланктона (Фомин, 1978, 1991; Фомин, Чиркова, 1988; Дружков, Фомин, 1991), жизненного цикла *Calanus finmarchicus* (Фомин, 1995), эвфаузиевых рачков (Тимофеев, 1996а).

Мурманское управление гидрометслужбы в 1980-е годы осуществляло экологический мониторинг Кольского залива, в рамках которого отбирались пробы зоопланктона (Глухов и др., 1992). Количество экспедиций в период 1950-1990, в которых собирался материал по зоопланктону – 90-100, количество проб - 10,000-15,000.

Начиная с 1990 изучения зоопланктона Баренцева моря характеризуются, прежде всего, тем, что, с одной стороны, были прекращены широкомасштабные сборы зоопланктона, тогда как с другой, - усилением внимания к юго-восточной части Баренцева моря (Тимофеев, 1992а; Тимофеев, Широколобова, 1996; Макаревич, Дружинина, 1997; Стогов, Анцулевич, 1995, 1996). Последнее связано с обнаружением в Печорском море нефти. Ранее силами Северного отделения Полярного института рыбного хозяйства и океанографии (г. Архангельск) зоопланктон исследовался в этом районе в связи с промыслом наваги (Чуксина, 1979; Залесских, 1986, 1990). В этот же период ММБИ возобновляет исследования зоопланктона в Кольском и Мотовском заливах (Ильин и др., 1992; Тимофеев, Широколобова, 1993; Дружинина, 1997; Тимофеев, 1997а, 1998). Количество экспедиций, в которых собирался материал по зоопланктону, ориентировочно - 20, количество проб - примерно 1000-2000.

В 1970-е годы начинаются исследования зоопланктона норвежскими учеными. Первоначально работы велись лишь во фьордах Северной Норвегии, преимущественно в Балсфьорде (Hopkins, 1981). В 1980-1990-е годы исследования зоопланктон переносятся в центральную часть Баренцева моря и концентрируются преимущественно в рамках двух проектов (1984-1989 - PRO

MARE; 1990-1994 - MARE NOR), а их результаты обобщены в материалах симпозиумов (Sakshaug *et al.*, 1991; Skjoldal *et al.*, 1995). При этом изучение зоопланктона, так же как и в России, было связано с промыслом мойвы и сельди.

Значительная часть данных, собранных в период 1950-1998 годы обобщена и представлена в виде карт, графиков, таблиц:

- распределение обилия эвфаузиевых ракообразных за период 1953-1996 (Дробышева, 1988; Дробышева, Нестерова, 1996);
- многолетняя динамика обилия эвфаузиевых ракообразных в южной части Баренцева моря за период 1953-1996 (Дробышева, 1988; Дробышева, Нестерова, 1996);
- распределение биомассы мезозоопланктона в юго-западной части Баренцева моря за период 1959-1990 (Нестерова, 1990);
- многолетняя динамика биомассы мезозоопланктона на разрезе "Кольский меридиан" за период 1959-1990 (Нестерова, 1990);
- многолетняя динамика биомассы мезозоопланктона в прибрежной зоне Мурмана за период 1953-1959 (Камшилов и др., 1958; Зеликман, Камшилов, 1960; Зеликман, 1977);
- многолетняя и сезонная динамика биомассы зоопланктона в Кольском заливе (Глухов и др., 1992);
- В распределение биомассы мезозоопланктона в центральной части Баренцева моря за период 1982-1993 (Терещенко и др., 1994);
- многолетняя динамика численности массовых представителей мезозоопланктона (*Calanus finmarchicus*, *Oithona similis*, Appendicularia) на разрезе "Кольский меридиан" за период 1959-1983 (Дегтерева, 1979; Дегтерева, Нестерова, 1985);
- многолетняя динамика обилия пелагических амфипод-гипериид за период 1980-1988 (Дробышева, Нестерова, 1992);
- многолетняя динамика обилия икры и личинок основных промысловых рыб Баренцева моря за период 1959-1990 (Мухина, 1992).

Помимо этого, опубликованы данные, полученные норвежскими учеными по динамике:

- биомассы зоопланктона в центральной части Баренцева моря за период 1979-1984 (Rey *et al.*, 1987);
- обилия пелагических амфипод-гипериид за период 1982-1993 (Dalpadado *et al.*, 1994);

- обилия эвфаузиевых ракообразных за период 1982-1993 (Dalpadado, Skjoldal, 1995).

Карское море

Первые сведения о зоопланктоне Карского моря приведены в трудах Научно-промысловой экспедиции, Русской полярной экспедиции (1900-1903) и Морской полярной экспедиции 1910-1915 годов (Линко, 1908,1913; Милейковский, 1970; Евгенов, Купецкий, 1985). Работы посвящены описанию видового состава зоопланктона, биогеографической и экологической характеристике массовых видов. В указанных экспедициях собрано около 100 проб планктона.

В 1920-1940-е годы сборы зоопланктона осуществлялись практически во всех экспедициях, которые работали в это время в Карском море и море Лаптевых. Получены данные о распределении зоопланктона, оценен уровень количественного развития зоопланктона, показана возможность использования зоопланктона в качестве индикатора водных масс (Россолимо, 1927; Яшнов, 1927, 1940; Бернштейн, 1931, 1934; Хмызникова, 1931, 1935, 1936а, б, 1946; Богоров, 1945; Пономарева, 1949, 1957). Количество экспедиций, в которых собирался материал по зоопланктону в период 1920-1940 годов - 10-15, количество проб - около 1000.

В 1950-1970-е годы зоопланктон в открытой части Карского моря практически не изучался. Ведутся лишь исследования в Обской губе, Енисейском заливе и некоторых других прибрежных районах Карского моря (Грезе, 1957; Лещинская, 1962; Лелеко, 1985; Пирожников, 1985; Численко, 1972а, б). Наиболее интересными представляются результаты сезонного наблюдения за жизнью зоопланктона, выполненные в Енисейском заливе и в б. Диксон (Численко, 1972а, б).

В 1981 и 1982 годы ММБИ провел 2 экспедиции (300 проб) в юго-западную часть Карского моря. Были получены сведения по распределению биомассы зоопланктона и его зависимости от гидрологической структуры водной толщи, по распределению и численности массовых видов, выявлены особенности жизненных циклов некоторых видов (Тимофеев, 1983, 1985, 1989а, 1995; Фомин и др., 1984; Фомин, Петров, 1985; Фомин, 1989а; Зубова, 1990; Timofeev, 1990).

1990-е годы - период активизации исследований в юго-западной части Карского моря, что обусловлено обнаружением здесь больших запасов нефти и газа. Изучение зоопланктона ведется в рамках комплексного экологического мониторинга Карского моря. Получены сведения о распределении, численности и биомассе зоопланктона, о жизненных циклах массовых видов (Новоселов, 1993; Виноградов и др., 1994а, б; Виноградов, 1995; Научный отчет, 1996; Возжинская

и др., 1997; Дружинина, 1998). Количество экспедиций, в которых собирался материал по зоопланктону - примерно 10, количество проб - около 300.

Калянус (*Calanus finmarchicus*) Баренцева моря

Первым русским исследователем калянуса в Баренцевом море был А.К. Линко, который обобщил сборы планктона Мурманской научно-промысловой экспедиции (руководители Н.М. Книпович и Л.Л. Брейтфус) за период 1898-1906 годов в виде монографии (Линко, 1907). А.К. Линко показал, что *C. finmarchicus* является доминирующим видом в зоопланктоне Баренцева моря, и может служить индикатором вод атлантического происхождения. Вертикальное распределение *C. finmarchicus*, изученное в прибрежных районах и в открытом море, полностью определяется вертикальной структурой водной толщи. Рачки в Баренцевом море встречаются при температуре от -1.8 до +10.6 °С, солености от 32.12 до 35.08 pss.

Таксономический анализ

В.А. Яшнов (1939а) пришел к выводу, что севернее 75° с.ш. обитает эндемичная популяция *C. finmarchicus*, генетически не связанная с популяцией, населяющей южную часть Баренцева моря. Этот вывод послужил стимулом для выполнения тщательных морфологических исследований, и в 1955 г. В.А.Яшнов опубликовал результаты ревизии систематики рода *Calanus*, в которой было дано описание нового вида *C. glacialis*, выделенного из *C. finmarchicus*. В конце 1950-х годов В.А.Яшнов (1955, 1957, 1958) опубликовал работы, в которых рассмотрены основные аспекты морфологии, распространения и систематики видов *Calanus finmarchicus s.l.*

К.А.Бродский (1959, 1967, 1972) продолжил морфологические исследования. Он использовал много больше признаков, чем В.А.Яшнов, и сделал вывод, что *C. finmarchicus* и *C. glacialis* не могут считаться самостоятельными видами и что *C. finmarchicus* и *C. glacialis* являются подвидами одного вида, существующего при разных экологических условиях. Кроме того, К.А.Бродским (1972) было высказано предположение, что сложная группа *C. finmarchicus s.l.* находится в стадии «незавершенного видообразования». Однако уже к началу 1980-х годов (после опубликования статьи Б.В.Фроста (Frost, 1974)) в русскоязычной научной литературе возобладала точка зрения В.А.Яшнова и *C. finmarchicus* и *C. glacialis* стали считаться «хорошими видами». Это нашло отражение и в последней монографии К.А.Бродского (Бродский и др., 1983), где *C. finmarchicus*, *C. glacialis* и *C.marshallae* названы «видами-близнецами».

Точная видовая идентификация *C. finmarchicus* и *C. glacialis* является серьезной проблемой, особенно в районах совместного обитания обоих видов. Эта проблема решается или на основе использования понятия о так называемой «смешанной популяции» *C. finmarchicus s.l.* (Виноградов и др., 1995, 1996), или на основе использования размерного критерия (Mumm, 1991).

Несмотря на трудности в точной видовой идентификации *C. finmarchicus* и *C. glacialis* это необходимо делать, поскольку в противном случае возникает риск сделать ошибочные выводы о тенденции изменения зоопланктона. Например, в работе С.Ю. Новоселова (1993) проведено сравнение зоопланктона Байдарацкой губы (Карское море) для разных периодов (1945-1946 и 1991). В пробах 1991 г. было много *C. glacialis*, а в пробах 1945-1946 годов эти рачки отсутствуют (Пономарева, 1957). На основе этого сделан вывод, что в структуре фауны зоопланктона произошли значительные изменения и что эти изменения обусловлены похолоданием Арктики. Это утверждение основано на том, что *C. glacialis* - арктический вид. Вывод С.Ю. Новоселова о похолодании Арктики в начале 1990-х годов противоречит реальной ситуации, поскольку именно в этот период происходит потепление Арктики (Carmack *et al.*, 1997; Morison *et al.*, 1998). Данное противоречие объясняется тем, что С.Ю. Новоселов не учел того, что в 1945-1946 годах *C. glacialis* еще не был выделен из состава сборного вида *C. finmarchicus s.l.*

Распространение

До конца 1950-х годов, когда В.А.Яшновым (1955, 1957, 1958) был показан сборный характер надвида *C. finmarchicus s.l.*, калянус обозначался как океанический вид открытого моря, широко распространенный в водах северного полушария (Бродский, 1950). После ревизии надвида ареал собственно *C. finmarchicus* значительно сократился и в настоящее время его принято считать бореальным североатлантическим видом, распространенным также и в водах западной части Арктического бассейна, где *C. finmarchicus* является индикатором атлантических вод (Яшнов, 1955, 1958, 1961, 1966; Абрамова, 1956; Кашкин, 1962; Сушкина, 1962; Бродский, 1965).

Биомасса, численность, продукция

Биомасса планктона в юго-западной части Баренцева моря на 84 % состоит из калянуса Яшнов (19396). В среднем за год биомасса *C. finmarchicus* составляет 24 Т км⁻²; наименьшая величина биомассы (8.5 Т км⁻²) отмечена в марте-апреле, наибольшая (43 Т км⁻²) - в августе. Годовая продукция *C. finmarchicus* В.А.Яшновым оценена в 65 Т км⁻², а по данным ПИНРО за 1950-1970-е годы продукция рачков составляет 77.5 Т км⁻² (Дегтерева, Нестерова, 1985).

В прибрежных водах роль калянуса в формировании биомассы зоопланктона составляет 60-64 % (Мантейфель, 1939; Фомин, 1978, 1995), а в отдельные годы его значение может снижаться до 13-34 % (Камшилов и др., 1958). Сезонная динамика биомассы *C. finmarchicus* в прибрежье Баренцева моря характеризуется наличием одного максимума, который чаще всего приурочен к периоду июнь-июль (Камшилов и др., 1958; Зеликман, Камшилов, 1960; Фомин, 1978, 1995). Годовая продукция *C. finmarchicus* в прибрежье составляет 277.3 мг м⁻³ (Камшилов, 1958а).

С конца 1950-х годов ПИНРО ежегодно проводит морские экспедиции в весенне-летний период, в ходе которых собирается материал по зоопланктону преимущественно западной части Баренцева моря (Дегтерева, 1979; Дегтерева, Нестерова, 1985; Дегтерева и др., 1990). Опубликованы данные, в которых приведены сведения о численности яиц, науплиусов и копеподитных стадий *C. finmarchicus* на двух разрезах (мыс Нордкап - остров Медвежий и «Кольский меридиан») за период 1959-1983 годов. При этом обнаружены зависимости между численностью науплиусов калянуса и температурой воды в весенний период:

$$y = 774.6x - 2035.2,$$

где y - численность науплиусов в Мурманском течении в слое 0-50 м (экз/м³),

x - температура воды в Мурманском течении в слое 0-50 м (°C).

Жизненный цикл

Первые сведения о жизненном цикле *C. finmarchicus* в Баренцевом море были получены В.Г. Богоровым (1932, 1939б), Б.П. Мантейфелем (1939, 1941) и В.А. Яшновым (1939а). В результате жизненный цикл калянуса стал представляться в следующем виде:

- зимой рачки находятся в струях Нордкапского течения на большой глубине;
- в конце марта наблюдается подъем *C. finmarchicus* к поверхности;
- апрель-май - размножение, причем сначала на юго-западе, откуда постепенно этот процесс распространяется к востоку и северо-востоку. Отнерестившиеся особи опускаются в нижние слои воды, где умирают или поедаются хищниками;
- повышение температуры воды верхнего слоя в июле-сентябре вызывает опускание рачков в придонные слои. В этот период прекращается рост рачков и изменяется окраска. Со второй половины августа *C. finmarchicus* совершает вертикальные миграции;

- в октябре-ноябре рачки сосредотачиваются в глубоководных частях моря, постепенно прекращаются суточные вертикальные миграции.

Такой жизненный цикл свидетельствует, что на большей части Баренцева моря *C. finmarchicus* моноцикличен. Однако в отдельные годы с запада вносится вторая генерация *C. finmarchicus* (особи, родившиеся, вероятно, у северо-западного побережья Норвегии). Молодь этой генерации не распространяется на восток дальше 33°30' в.д. Появление особей *C. finmarchicus* второй генерации в юго-западной части Баренцева моря Б.П. Мантейфель (1939,1941) объясняет потеплением, наблюдавшимся в 1930-е годы (Fu *et al.*, 1999).

В 1950-е годы были проведены исследования жизненного цикла *C. finmarchicus* в прибрежной зоне Баренцева моря на долготе примерно 36° в.д. В результате был сделан вывод о бициклическом жизненном цикле калянуса в этом районе: особи весенней генерации живут около 3 месяцев, летне-осенней - около 9 месяцев (Камшилов, 1952, 1955; Несмелова, 1966). Повторное изучение в 1964 году не подтвердило этот вывод (Несмелова, 1968). Следующая серия экспериментов в 1976-1977 годах подтвердило бициклическость жизненного цикла калянуса (Фомин, 1978, 1995). При этом в последнем случае было отмечено, что весенний период размножения *C. finmarchicus* растянут во времени и мощный, тогда как осенний - относительно короткий и слабый (Фомин, 1978, 1995). Как результат этих исследований стало представление о моноциклическом жизненном цикле калянуса в холодные годы и бициклическом - в теплые (Зеликман, 1982). Кроме того, было установлено, что сроки размножения *C. finmarchicus* в Баренцевом море также определяется термическим режимом года (Дегтерева, 1971, 1973, 1979; Дегтерева и др., 1990). М.М. Камшиловым (1955) была определена плодовитость самок *C. finmarchicus*: потенциальная - 2000, фактическая - 1000-1500 яйцеклеток у одной самки.

Списки литературы

Литература по исследованию зоопланктона Баренцева моря представлена в Приложении А2. Статьи, посвященные распределению, биологии и экологии эвфаузиевых рачков не включены в Приложение А2, так как обзоры по данным ракообразным содержатся в работах Дробышевой (1994), Тимофеева (1996а).

2.3 Зообентос

Денисенко С.Г, Зоологический институт, С. Петербург

Краткая историческая справка (Баренцево море)

Начало изучения зообентоса Баренцева моря датируется второй половиной 18 века, когда у берегов Мурмана Н. Озерецковский (1804) выполнил сборы морских животных. Планомерное изучение видового состава и распределения донных беспозвоночных началось в Баренцевом море в последней четверти 19-го столетия в связи с интенсификацией рыбного промысла. Одним из важнейших направлений этих исследований было - изучение роли отдельных факторов среды в распределении организмов.

Результаты работ под руководством Н. Книповича заложили научные основы эксплуатации биоресурсов Баренцева моря и прилегающих районов северной Атлантики (Книпович, 1902, 1904). Многочисленные зоологические сборы позволили впервые осуществить биогеографическое районирование моря и констатировать факт увеличения тепловодных атлантических видов в фауне Кольского залива в период 1893-1908 годов (Дерюгин, 1915). В целом к 1915 году сборы бентоса были выполнены более чем на 3000 станциях, две трети из которых, приходится на долю российских экспедиций (Галкин, 1979).

В 1920-1925 гг. была подтверждена гипотеза о возможности смещения биогеографических границ зообентоса в Баренцевом море из-за изменения температуры морской среды (Танасийчук, 1927; Шорыгин, 1928).

Начиная с 1924 года, в исследованиях бентоса помимо качественных орудий лова применяются дночерпатели и отработывается методика количественного учета донной фауны. Это позволило в 20-30-е годы впервые выполнить достаточно полную и подробную бентосную съемку Баренцева моря. В результате были выявлены закономерности распределения отдельных таксономических групп и всего зообентоса в целом (Броцкая, Зенкевич, 1939; Филатова, 1938).

Всего с 1921 по 1940 гг. сборы бентоса были выполнены на 5000 станциях, из которых на долю российских экспедиций приходится около 4800 (Галкин, 1979). На рисунке 1 приведено расположение 2700 бентосных станций в 1920-1940 годы.

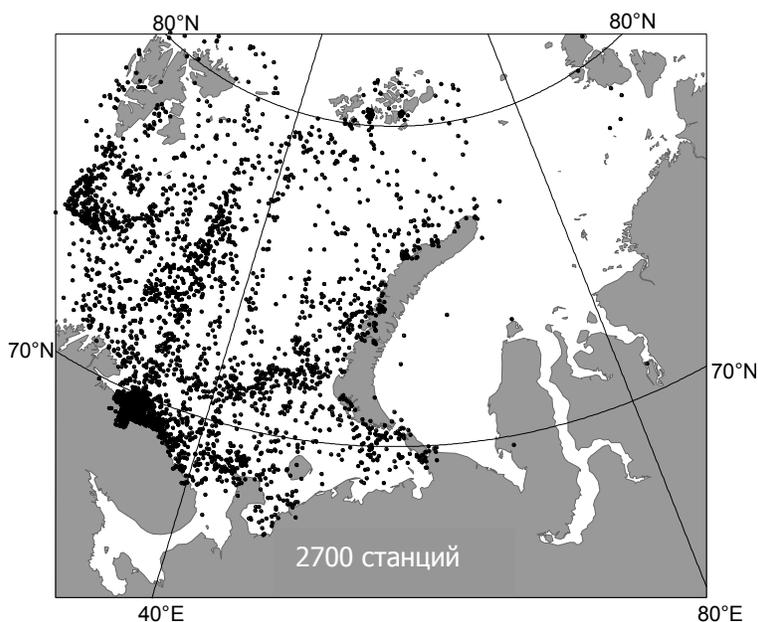


Рис. 1. Распределение бентосных станций в 1920-1940 годы

Во второй половине 40-х годов, благодаря усилиям ПИНРО и МБС, возобновились широко-масштабные исследования бентоса. Выполненные работы позволили изучить литоральные и sublиторальные сообщества южной и юго-восточной части Баренцева моря, выявить закономерности распределения важнейших таксономических групп и проанализировать трофическую структуру зообентоса в целом (Кузнецов, Матвеева, 1948; Турпаева, 1948; Пергамент, 1957; Зацепин, 1962; Галкин, 1964; Зацепин, Риттих, 1968а; 1968б; Кузнецов, 1970).

Материалы продолженных в 40-е и 50-е годы наблюдений за донной фауной на разрезе *Кольский меридиан* послужили основой для анализа многолетних изменений донной фауны в этом районе (Несис, 1960).

С начала 60-х годов в России получил развитие водолазный метод гидробиологических исследований. С использованием этого метода были изучены донные экосистемы верхней sublиторали в губах и заливах Восточного и Западного Мурмана, в Чешской губе, в районе Земли Франца-Иосифа и Новой Земли (Пропп, 1966; Пушкин, 1968; Биоценозы шельфа, 1977; Голиков, Аверинцев, 1977). В эти же годы экосистемный подход в исследованиях зообентоса распространился и на сообщества литоральной зоны, что позволило изучить не только структуру, но и функционирование экосистем илисто-песчаных отмелей (Стрельцов и др., 1974).

В 1968-1970 гг. ПИНРО в сжатые сроки и по единой методике выполнил тотальную бентосную съёмку Баренцева моря (Рис. 2). Полученные данные свидетельствуют о существенном понижении биомассы зообентоса по сравнению с 20-30-ми годами (Антипова, 1975).

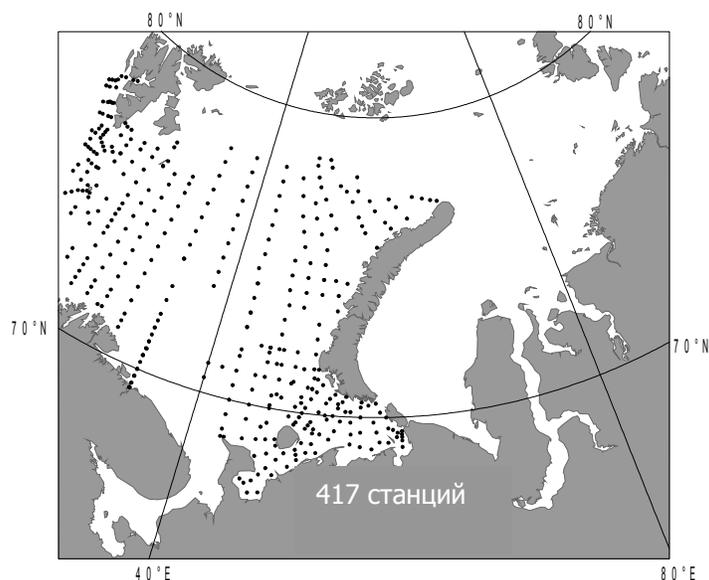


Рис. 2. Распределение бентосных станций в 1968-1970 годы

В целом, в 1945-1977 гг. в Баренцевом море было выполнено около 4000 бентосных станций (Галкин, 1979), из которых на долю российских экспедиций приходится около 3400.

В 80-х годах в российских геологических организациях при ландшафтно-экологических исследованиях шельфа применяется подводная фотосъемка в процессе сбора бентоса (Гуревич, Казаков, 1989). Количество выполненных таким образом бентосных станций достигает нескольких тысяч. Эти данные в биологических исследованиях находят ограниченное применение из-за отсутствия метаданных. На станциях, параллельно с фотосъемкой, брался один дночерпатель, из которого, кроме животных, одновременно отбирались еще и пробы осадков. Качество полученных при этом фотографий позволяло распознавать только мегабентос и крупные формы макробентоса из эпифауны.

Применение традиционных методов сбора бентоса в комбинации с водолазными сборами и подводной фотосъемкой позволило ММБИ и ЗИН детально изучить структуру донных экосистем в губах фиордового типа на побережье Мурмана (Жуков, 1988; Семенов, 1991; Голиков и др., 1993; Гидробиол. Исслед. 1994).

Совместные работы по исследованию зообентоса были выполнены ММБИ и ПИНРО при поиске и оконтуривании поселений хозяйственно-ценных беспозвоночных (в основном, ракообразных, моллюсков и иглокожих). Результаты этих исследований в 70-е и 80-е годы легли в основу рациональной эксплуатации биоресурсов северной креветки и исландского гребешка в Баренцевом море (Брызгин, 1981; Денисенко, 1988; Денисенко, Близниченко, 1989; Беренбойм, 1992).

Наряду с научно-промысловым изучением отдельных видов продолжались и классические исследования зообентоса. Их задачей стало, в основном, уточнение фонового состояния морской биоты в районах предполагаемой интенсификации хозяйственной деятельности или охраняемых территорий (Averintzev, 1993; Luppova et al., 1993; Денисенко и др., 1995; Denisenko et al., 1997). Преимущественно эти работы выполнялись экспедициями ММБИ в кооперации с учёными других стран. В последние годы предпринимались также попытки возобновить регулярные наблюдения за донной фауной на разрезе *Кольский меридиан* (Денисенко, 1999).

Количество выполненных бентосных станций в 1978-1999, без учета подводных фоторабот, составляет более 2000. Обработка данных, собранных в этих экспедициях, ещё не закончена и поэтому их анализ ещё далёк от завершения.

Зообентос как индикатор климатических изменений

Многие исследователи считают макрозообентос хорошим индикатором изменений окружающей среды, поскольку большинство донных животных ведет малоподвижный образ жизни и имеет достаточно длительный жизненный цикл. Основоположником изучения многолетних изменений донной фауны Баренцева моря можно считать К. Дерюгина (1915), обнаружившего в 1908-1909 гг. в Кольском заливе несколько необычных для этого фиорда видов. Он объяснил это явление флуктуациями температурного режима морской воды (Дерюгин, 1924).

А.Шорыгин (1928), Н.Танасийчук (1927), В.Черемисина (1948) на примере разных таксономических групп зообентоса обосновали возможность смещения биогеографических границ вследствие температурных флуктуаций. Е. Гурьянова (1947) связала появление в Белом море ряда атлантических и арктических гидробионтов с многолетними гидрологическими флуктуациями в северовосточной Атлантике. Р. Блэкер (Blacker, 1957; 1965) пришел к выводу о том, что бентос может реагировать на потепление или похолодание Арктики только с запаздыванием во времени. Это подтвердил К.Несис (1960), исследовав многолетние изменения бореальных и арктических ви-

дов на разрезе *Кольский меридиан* в связи с колебаниями гидрологического режима. Ю. Галкин (1964, 1984, 1998) на примере моллюсков показал наличие изменений в их распространении в зависимости от колебаний температурного режима.

Многолетние наблюдения за изменениями зообентоса Баренцева моря показали, что некоторые виды бореальных беспозвоночных реагируют на изменение состояния среды (Черемисина, 1948; Несис, 1960). Это проявляется, не в изменении положения границ или площадей ареалов, а в изменении численности особей в популяциях, обитающих на краях ареала (Galkin, 1998).

Наряду с анализом биогеографического состава зообентоса для изучения климата, существуют и другие весьма эффективные методы, позволяющие точно выполнять температурные палеоре-конструкции (Золотарев, 1989). Многие морские животные имеют карбонатные образования (регистрирующие структуры), в росте которых, подобно годовым кольцам деревьев и чешуе рыб, наблюдается сезонная ритмика (Clark, 1974). Анализ регистрирующих структур позволяет судить о состоянии среды обитания организма. В арктических морях обитает достаточно много долгоживущих бентосных животных: двустворчатые моллюски *Serripes groenlandicus*, *Arctica islandica*, *Modiolus modiolus*, морские ежи рода *Strongylocentrotus*, некоторые змеехвостки (*Ophiuroidea*), усоногие ракообразные рода *Balanus* и другие, которые могут жить не один десяток лет. В научных учреждениях России и других стран имеются многочисленные коллекции этих массовых видов, собиравшиеся в Баренцевом море в течение нескольких последних столетий. Анализ регистрирующих структур этих животных позволил бы документировать климатические тренды.

Проблемы оценки флуктуаций зообентоса

Анализ изменений в функциональных характеристиках зообентоса, как правило, основывается на результатах обработки количественных проб. Однако в фаунистических и биогеографических исследованиях использование этих материалов часто бывает затруднительным, поскольку архивные списки существенно короче современных по причине несовершенства конструкций старых дночерпателей, более высокой квалификации современных систематиков и поступательного развития таксономии. В связи с этим сопоставимость качественных списков, не смотря на их неполноту, часто оказывается более высокой, поскольку в них фигурируют в основном крупные массовые формы, хорошо облавливаемые простыми орудиями лова. Кроме того, вероятность попадания в них редких животных гораздо больше за счет большей облавливаемой пло-

щади, а именно на них следует обращать внимание при поиске индикаторов потепления или похолодания (Зенкевич, 1963).

Ряд проблем в оценке флуктуаций зообентоса обусловлен навигационными погрешностями и некачественными отбором, промывкой, сортировкой и хранением бентосных проб. По мнению специалистов ошибки в определении местонахождения судна без контроля по секстанту, системе спутниковой навигации или системе радиомаяков в течение 2-3 дней могли достигать 20-30 миль. Поэтому смещение локализации популяций на указанное расстояние может быть следствием навигационных погрешностей.

При анализе возможных изменений в донной фауне Баренцева моря вследствие климатических или других причин необходимо учитывать все элементы процесса сбора и обработки бентосных проб. Эти элементы должны быть формализованы и включены в протокол описания данных.

3. ФОТОГРАФИИ ФИТОПЛАНКТОНА МОРЕЙ АРКТИКИ

Определение таксономического состава пробы фитопланктона является самым трудоёмким этапом обработки данных. В конечном счёте, качество данных зависит от того, насколько достоверно определены виды организмов.

В практике работы специалистов по систематике используются определители различных групп биологических сообществ, содержащие рисунки и/или фотографии отдельных организмов. Достоверность распознавания вида организма зависит от того насколько детально он приведен на фотографии или рисунке. Имеющиеся определители недостаточно детально отражают структуру клеток микроводорослей. Это затрудняет их использование для идентификации организмов. В связи с этим, возникает задача получения изображений клеток фитопланктона близких к естественному. Технология получения таких изображений представлена в настоящем разделе. На рис. 3 приведена фотография 40 видов фитопланктона. Цветные фотографии помещены на CD-ROM, прилагаемый к атласу. Фотографии двух видов фитопланктона приведены на рис. 4

Видеосъёмка фитопланктона

Пробы микроводорослей отбирались согласно стандартным методикам (Руководство, 1980). Они концентрировались методом обратной фильтрации (Dodson, Thomas, 1964; Суханова, 1983) с применением молекулярных фильтров диаметром пор 1.0 - 2.0 μm производства Объединённого Института Ядерных Исследований, город Дубна. Фитопланктон просматривался в день сбора в живом состоянии после того, как водоросли теряли подвижность для избежания деформации и разрушения клеток. Пробы подвергались слабой фиксации (раствором Люголя, 1 % формальдегидом) или помещались и хранились в термосах. Живой фитопланктон доставлялся в мае-июне из Кольского залива, в августе - из губы Дальнезеленецкая (69°07,08' N., 36°05,8' E). Слабофиксированный альгологический материал был привезен в июле из южной части Баренцева моря на судне *Виктор Кингисепп*. В работе использованы пробы, собранные в 1998 году.

Так как задачей настоящей работы являлось получение естественного изображения микроводорослей, то не применялись цветная растушевка, обвод контуров, выделение каких-либо участков клеток. Исключение составляло ретуширование общего фона поля, на котором находился объект съёмки, в случаях сильного загрязнения или наличия других клеток в поле зрения кадра. В зависимости от размеров объекта, съёмка производилась при увеличении от 80^x до 800^x.

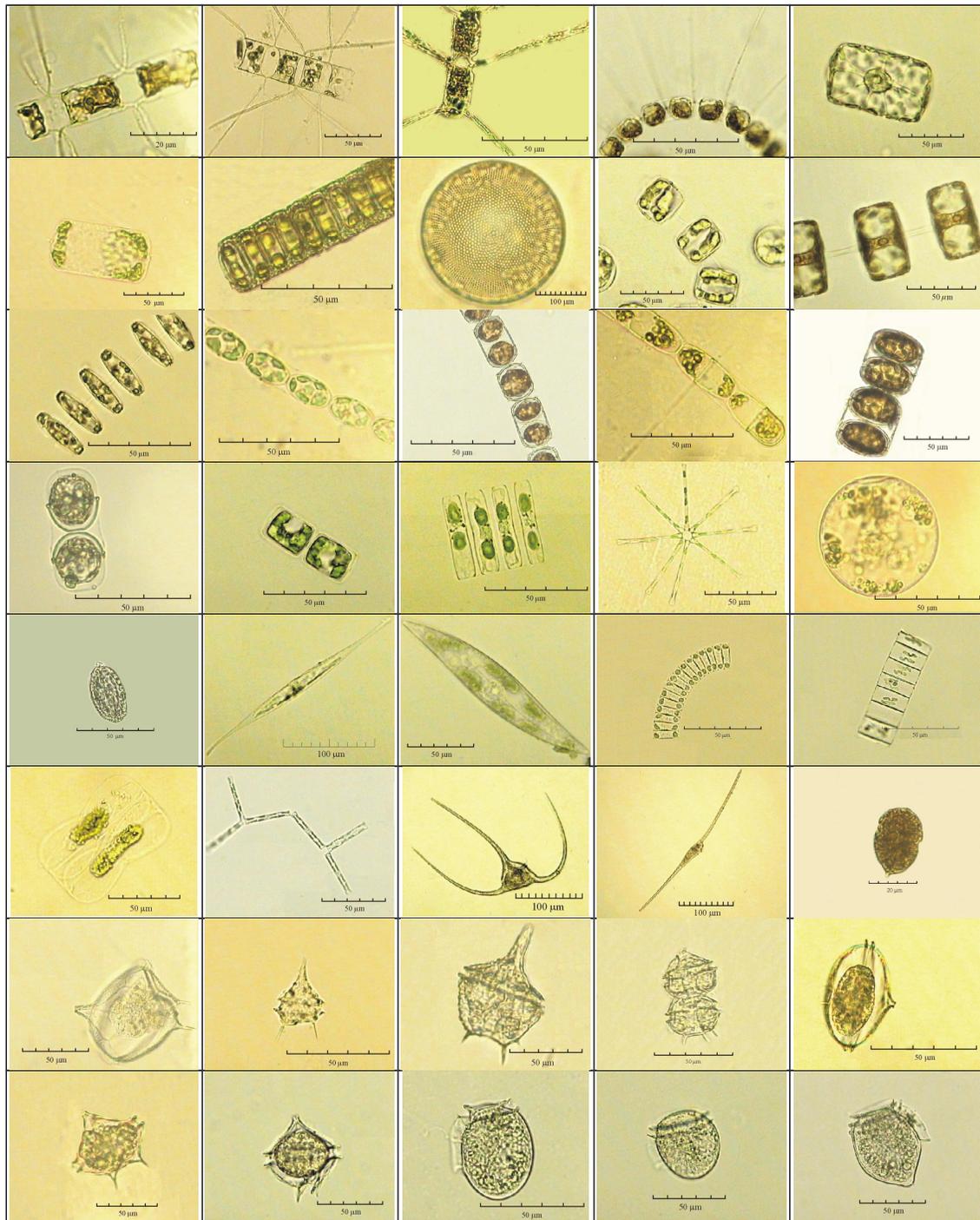


Fig. 3. Фотографии массовых видов фитопланктона Баренцева и Карского морей

Dinophysis acuminata Clap. Et Lachm.



Thalassiosira bioculata (Grun.) Ostf.

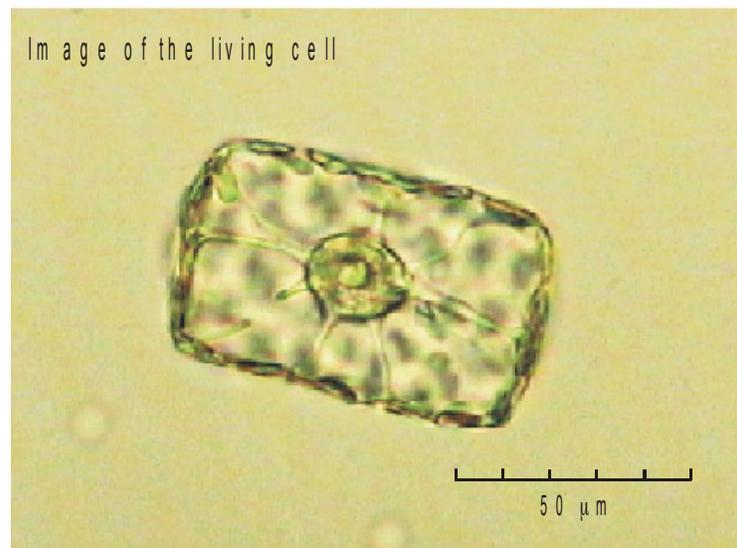


Fig.4. Примеры фотографий клеток фитопланктона

Фотоальбом

Информация о фитопланктоне Баренцева и Карского морей представлена в виде фотоальбома. Фотоальбом помещён на CD-ROM в формате HTML и состоит из двух разделов: а) список видов фитопланктона, в) фотографии 50 цветных изображений фитопланктона в формате JPG с разрешением 75 dpi.

В таблице видов фитопланктона приведены названия таксонов и указана синонимия согласно требованиям современной ботанической номенклатуры. Для каждого вида микроводорослей дана величина биомассы клетки вычисленная методом геометрического подобия фигур (Кольцова, 1970; Кожова и др., 1978; Plinski *et al.*, 1984). Приведены видовая, экологическая и фитогеографическая характеристики фитопланктона (Раздел 4.4). Таксоны снабжены номерами международного кодификатора (ITIS и NODC Taxonomic Code). Приложение B1 содержит фрагмент таблицы видов фитопланктона. На CD-ROM эта таблица приведена полностью. Она содержит информацию о 307 видах фитопланктона Баренцева и Карского морей.

4. ДАННЫЕ

4.1 Описание базы данных

Инвентаризация

В настоящей работе использовались данные 158 рейсов, выполненных в Баренцевом, Карском и Белом морях в период 1913-1999 годы. Белое море включено в рассмотрение, чтобы не делить рейсы, которые начинались в Белом, а заканчивались в Баренцевом море. Из 158 рейсов один выполнен американским судном *Tanner* (CD-ROM, файл *31tn6370.csv*) в 1963 году и один рейс выполнен немецким ледоколом *Polarstern* (CD-ROM, файл *06aq9670.csv*) в 1996 году. Остальные рейсы выполнены российскими судами. Кроме того в базу данных включены сборы фитопланктона, выполненные в двух бухтах Кольского полуострова в период 1968-1989 годов. В каждой бухте измерения проводились в одной точке с частотой 2-10 измерений в месяц.

Основные характеристики гидробиологической базы данных:

Период 1913-1999; 158 рейсов; 4,608 станций (Приложение С1)

Станций с физическими и химическими параметрами: 3,096 (Приложение С2)

Температура: 3,046 станций

Солёность: 2,947 станций

Кислород: 1,998 станций

Хлорофилл - 385 станций (Приложение С3)

Фитопланктон – 1,539 станций и 4,275 проб (Приложение Е1)

Зоопланктон – 2,475 станция и 9,081 проба (Приложение F1)

В Приложении С4 приведены карты распределения данных для каждого рейса. Первичные данные помещены на CD-ROM в разделе DATA\PRIMARY в формате, электронных таблиц.

Источники

Архив ММБИ является основным источником данных для настоящей работы. Кроме информации, полученной в экспедициях ММБИ с 1952 по 1999 год, этот архив включает и результаты наблюдений, выполненных сотрудниками Мурманской биологической станции в 1920-1940 годах. Цен-

тральная библиотека NOAA (Silver Spring, MD, США), Славянская библиотека (г. Хельсинки, Финляндия), библиотека Дартмуд колледжа (Hanover, NH, США), публичная библиотека Нью-Йорка (США) явились также источниками данных за период 1913-1964 годы.

Формат

Формат данных, близок к формату, разработанному в OCL NODC/NOAA Он имеет блочную структуру. Каждый блок состоит из набора данных, которые определяются ключевыми словами. Синтаксис ключевых слов строго определён, порядок следования ключевых слов внутри некоторых блоков может быть произвольным. Рассмотрим блоки и их компоненты.

Блок *Cruiseinfo* содержит информацию о рейсе и с него начинается каждый файл данных. В этот блок входят: название страны, название судна, список специалистов, выполнявших измерения.

Блок *Station* содержит информацию о координатах и времени выполнения станции. Этот блок является обязательным для каждой станции, порядок ключевых слов в нём фиксирован.

После *Station* следуют блоки, содержащие информацию о результатах измерения метеорологических (*Meteo*), гидрофизических (*Hydrology*) и биологических параметров (*Plankton*).

Блоки, в название которых входит слово *headers*, содержат информацию о методах измерений и условиях выполнения наблюдений. Например, блок *Type, Headers plankton, Phytoplankton* содержит информацию о типе прибора для отбора проб фитопланктона.

На CD-ROM в разделе DATA\FORMAT приведены перечни режимов, ключевых слов и допустимые пределы изменения параметров. Блочная структура организации данных позволяет легко формализовать новые типы параметров без изменения структуры уже существующих файлов. На CD-ROM файл DATA\PRIMARY\90BY9270.csv содержит данные 67 рейса судна *Дальние Зеленцы*. В этом рейсе проводились измерения физических параметров морской среды, сборы фитопланктона и бентоса. На примере этого рейса показана возможность формализации бентосных данных.

4.2 Дискретные измерения

Гидрология, гидрохимия

Измерения физических и гидрохимических параметров морской воды выполняются в ММБИ в соответствии с существующими руководствами и методиками.

- Температура определялась опрокидывающимися термометрами (Руководство, 1977).
- Соленость воды измерялась солемером ГМ-65, который калибровался по стандартной синтетической воде (Руководство 1977; International, 1966).
- Пробы морской воды отбирались на горизонтах батометрами БМ-48 (Руководство, 1977).
- Растворённый в воде кислород определялся йодометрическим титрованием по методу Винклера (Чернякова, 1987).
- Активная реакция рН определялась потенциометрическим методом на потенциометрах "рН-121", "рН-340" со стеклянным электродом (Богоявленский, Иваненков, 1978).
- Минеральный фосфор (PO_4) определялся методом Morphy и Riley (1962), используя электрический колориметр КФК-2МП (Сапожников, 1978а).
- Общий фосфор определялся сжиганием образца на водяной бане с добавлением сухого персульфата калия и затем определялся по методу Morphy и Riley (Сапожников, 1978б).
- Нитритный азот (NO_2) определялся методом Грисса-Илосвая со спектрофотометрическим измерением концентраций на электрическом колориметре КФК-2МП (Коннов, 1978).
- Нитратный азот (NO_3) определялся методом Вуда-Ричардса-Армстронга (Wood *et al.*, 1967) со спектрофотометрическим окончанием на электрофотокалориметре КФК-2МП (Сапожников и др., 1978).
- Общий азот определялся методом сжигания образца с сухим реактивом персульфатом калия в щелочной среде в автоклаве с последующим определением нитратов (Сапожников, Соколова, 1978).
- Растворённый кремний определялся методом Мулина-Райли в модификации Стрикленда и Парсонса по голубому кремнемолибденовому комплексу со спектрофото-метрическим окончанием на электрофотокалориметре КФК-2МП (Гусарова, 1978).
- Первичная продукция определялась методом Steemann-Nielsen (1952). Пробы отбирались 10-литровыми пластиковыми батометрами с горизонтов 0, 5, 10, 20, 30, 50 м. Образцы разливались в 2 светлые и 2 тёмные 250-миллилитровые склянки. Добавлялось по 1 мл $NaHCO_3$ (изотоп C_{14}) активностью 2 микроКюри. Затем образцы вывешивались на

глубины, соответствующие глубине отбора. Пробы экспонировались в течение 4-5 часов. Затем содержимое склянок фильтровалось через фильтры "Millipore" типа NA с порами в 0.45 микрон. Фильтры промывались морской водой и высушивались в эксикаторе в присутствии свежeproкалённого силикагеля в течение 24 часов. Активность осаждённого на фильтрах осадка измерялась на установке, снабжённой счётчиком БФЛ-25.

- Хлорофилл **a**, **b**, **c** определялся методом (Richards, Thompson, 1952). Пробы отбирались 10 литровыми пластиковыми батометрами. Пробы воды (не менее 2 литров) фильтровались через фильтры "Whatman" GF/C, под давлением 0.1-0.2 атмосферы. После фильтрации фильтры помещались в эксикатор со свежeproкалённым силикагелем и выдержались в холодильнике в течение 12 часов до полного высушивания. Затем фильтры помещались в центрифужные пробирки, добавлялось по 8 мл свежеприготовленного 90% раствора ацетона и экстрагировалось в течение 2 часов, после чего полученный экстракт центрифугировали 10 минут при скорости 5000 оборотов в минуту, а затем переливался в мерные пробирки. Экстракт из пробирок переносили в 5 миллилитровые кюветы и анализировался на спектрофотометре SPECORDUV-VIS (Carl Zeiss, JENA). Концентрацию хлорофилла проводили по формуле Jeffrey и Humphrey (1975).

Фитопланктон

Отбор проб производился сетью Джели или пластиковыми батометрами различной емкости (2 - 10 л) со стандартных гидрологических горизонтов (Руководство, 1977; Руководство, 1980). Начиная с 1960-х годов, отбор проб ведется только батометрами. Концентрация проб проводилась осадочным методом (Суханова, 1983) или методом обратной фильтрации (Dodson, Thomas, 1964; Суханова, 1983). Метод обратной фильтрации используется в ММБИ с 1986 года.

Осадочный метод концентрации проб заключается в следующем. Фиксированные пробы, объемом 1 л, отстаивают не менее 10 дней в неподвижном состоянии. После осаждения клеток проба сливается до объема 30-50 мл. Для этого используется стеклянная трубка-сифон, с оттянутым и загнутым на 2-3 см вверх концом. Метод обратной фильтрации основан на применении специальной фильтрационной камеры с использованием ядерных фильтров с диаметром пор 1.0 - 2.0 μm (Макаревич, Дружков, 1989). Это позволяет в зависимости от сезона и обилия планктона профильтровывать до 10 литров воды. Концентрация проб получается за счет давления, которое создается разницей в высоте нахождения фильтрационной установки и емкости с пробой.

Обработка фитопланктона проходила по следующей схеме. Проба фитопланктона делилась на три под-пробы. Количественный учет и определение таксономического состава каждой под-пробы проводились в счетной камере Нажотта объемом 0.05 мл и площадью 1 cm^2 (Федоров,

1979; Руководство, 1980) под микроскопом при увеличении 100^{\times} - 400^{\times} . По результатам этих наблюдений определялся видовой состав и численность каждого вида для всей пробы в целом (Суханова, 1983).

В последние годы, в ММБИ использовался раствора Люголя для фиксации и обработки проб микрофитопланктона. Приготавливался рабочий раствор с концентрацией 1% и объемом 200 мл. Пробы вливались в склянку, содержащую фиксатор. После отстаивания в течение 3 суток (Recommendations, 1979) пробы концентрировались до объема 20-30 мл (Суханова, 1983) и фиксировались нейтральным формалином с концентрацией 2% (Михеева, 1989). Количественный учет микроводорослей и гетеротрофных флагеллят крупнее $10 \mu\text{m}$ и их идентификация производилась в камере оригинальной конструкции (Дружков, Макаревич, 1988; Дружков, 1989) при увеличении 200^{\times} . Микроводоросли и гетеротрофные жгутиковые размером менее $10 \mu\text{m}$ учитывались в объеме той же камеры при увеличении 400^{\times} . Крупные и немногочисленные представители фитопланктона подсчитывались в полном объеме пробы в камере «Богорова» при увеличении 32^{\times} .

Расчет численности микрофитопланктона на единицу объема (**N**) проводился исходя из среднего арифметического числа водорослей в одной выборке по следующей формуле:

$$N = N_k \cdot V_{ск} / V_p \cdot V_{кг}$$

где **N_к** - число клеток микрофитопланктона в счетной камере;

V_к - объем счетной камеры;

V_{ск} - объем сконцентрированной пробы;

V_п - объем пробы.

Расчет биомасс микроводорослей производился с использованием таблиц средних объемов и весов клеток (Соловьева, 1976; Makarevich *et al.*, 1991, 1993). Измерения основных размерных параметров клеток производилось с помощью микрометра (увеличение 400^{\times} , точность измерения до $3 \mu\text{m}$). Все объемы клеток рассчитывались методом геометрического подобия фигур, как средние индивидуальных объемов (Clarke *et al.*, 1987) с использованием рекомендованных систем аппроксимации к простым геометрическим телам (Кольцова, 1970; Макарова и Пичкилы, 1970; Recommendations, 1979; Кожова и др., 1978; Plinski *et al.*, 1984).

Зоопланктон

Отбор проб зоопланктона и их обработка осуществлялись в соответствии с принятыми правилами (Богоров, 1927, 1934, 1938, 1940). Для отбора проб зоопланктона использовалась большая модель планктонной сети Джеди (Juday). Облавливались стандартные горизонты (дно-100, 100-75, 75-50, 50-25, 25-10 и 10-0 метров). На отдельных станциях выполнялся тотальный лов - от дна до поверхности. Размер сети: диаметр входного отверстия 37 см, размер ячеек сетного полотна 168 μm . Пробу сливали в заранее подготовленную емкость и фиксировали. Фиксатор - 40%-ый нейтрализованный формалин; конечная концентрация формалина в пробе составляет 4 %.

Обработка проб включала две последовательные операции: во-первых, определение сырой массы зоопланктона и, во-вторых, идентификация и подсчет организмов каждого вида в пробе с учетом возрастных стадий и размерных групп. Сырая масса зоопланктона определялась путем непосредственного взвешивания пробы на весах с точностью до 0.1 мг. Количественная обработка проб осуществлялась счетным методом Гензена (Руководство, 1980). Подсчет организмов производился в камере Богорова. Если организмов в пробе мало - она просматривалась целиком. В противном случае из пробы удаляли крупные организмы, которых определяли, просчитывали и измеряли отдельно. Оставшуюся часть пробы концентрировали до объема 50-100 мл. Затем пробу тщательно перемешивали и отбирали штемпель-пипеткой под-пробу (1, 2 или 5 мл, в зависимости от объема штемпель-пипетки), которую анализировали в камере Богорова при помощи бинокулярной лупы. Под-проб из каждой пробы отбирали 2-3. Разница в значениях из под-проб не должна превышать 30 %, в противном случае количество выборок увеличивалось. Полученные результаты осреднялись. После этого всю пробу просматривали целиком для определения и подсчета редких видов.

4.3 Непрерывные измерения

В период проведения 72 рейса НИС *Дальние Зеленцы* в Баренцевом море в июне 1993 года проводились непрерывные измерения температуры, солёности, хлорофилла *a* в поверхностном слое воды в районе 68°-74°N, 34°-46°E (CD-ROM, файл DATA\PRIMARY\90BY936s.csv). Для измерения хлорофилла *a* использовался двухканальный флюориметр Квант-7. Прибор ЭПТ-65 применялся для измерения температуры и солёности морской воды. Координаты судна определялись с использованием навигационной системы GPS RAYSTAR-900. На CD-ROM в разделе DOC\SERIAL приведены детальная технология измерений и калибровочные кривые

4.4 Списки видов планктона

В таблице видов фитопланктона приведены названия таксонов и указана синонимия согласно требованиям современной ботанической номенклатуры. Фитопланктон разделен на 8 групп, характеризующиеся таксономическим родством (Bacillariophyta, Chlorophycota, Chrysophyta, Cryptophycophyta, Pyrrophytocyphota, Euglenophycota, Haptophyta, Prasinophyta). С учетом синонимов общее количество таксонов достигает 527. Для каждого вида микроводорослей дана величина массы клетки, вычисленная методом геометрического подобия фигур (Кольцова, 1970; Кожова и др., 1978; Plinski *et al.*, 1984). Приведена видовая, экологическая и фитогеографическая характеристика (PG – фитогеографическая характеристика: А – аркто-бореальные виды, В – бореальные виды, С – космополитные виды; EG – экологическая характеристика: О – океанические формы, N – неритические формы, Р – панталассные формы, М – микрофитобентос, F – пресноводные формы). Таксоны снабжены кодами международного кодификатора (NODC Taxonomic Code). Пример таблицы видов фитопланктона дан в приложении В1. Списки видов фитопланктона помещены в файл DATA\TAXA\TAXPHYTO.XLS.

Список таксонов зоопланктона (Приложение В2) Баренцева и Карского морей включает ~200 названий животных (вместе с синонимами этот список достигает 282 названия). Таблица, представляющая этот список, построена по следующему принципу. Весь зоопланктон разделен на группы, характеризующиеся таксономическим родством. Выделена большая группа одноклеточного зоопланктона. Многоклеточный зоопланктон, представлен голопланктоном (Coelenterata, Crustacea, Gastropoda, Chaetognatha, Appendicularia, Ctenophora, Rotatoria,) и меропланктоном (пелагические личинки донных животных).

Пример таблицы видов зоопланктона дан в приложении В2. На CD-ROM списки видов зоопланктона помещены в файл DATA\TAXA\TAX_ZOO.XLS.

5. КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА ГИДРОБИОЛОГИЧЕСКИХ ДАННЫХ

5.1 Физические и гидрохимические данные

Контроль физических, гидрохимических данных проводился согласно схеме обработки океанографической информации, принятой в работах Conkright *et al.*, 1998; Matishov *et al.*, 1998.

При обработке информации за 1952-1959 годы возникла необходимость объединения биологических и физических данных. Первичная информация представляли собой два массива с разной структурой организации данных. Физические данные были сгруппированы по рейсам. Для каждого рейса указано название судна и определены координаты каждой станции. Второй массив содержал весовые характеристики проб фитопланктона. Для каждой пробы был указан номер станции, на которой она отобрана и дата. Объединение этих двух массивов проводилось на основе таблицы, устанавливающей соответствие между номерами и координатами станций.

5.2 Биологические данные

Необходимый этап контроля данных состоит в проверки того, что значение параметра находится в допустимых пределах. Существует литература, содержащая диапазоны изменения океанографических характеристик для различных районов Баренцева моря (Matishov *et al.*, 1998). Нам неизвестны работы, содержащие информацию о допустимых диапазонах изменения планктона для Баренцева моря. В настоящем разделе рассмотрены некоторые закономерности развития планктона и формулируются критерии контроля биологических данных.

Фитопланктон

В работах (Дружков, Макаревич, 1991; Дружков и др., 1997; Роухияйнен, 1967; Рыжов, 1985; Druzhkov, Makarevich, 1999) обсуждается схема функционирования фитопланктонного сообщества (сукцессионная система) южной части Баренцева моря. Структура сукцессионных систем других районов Баренцева моря в целом тождественна той, которая рассмотрена в настоящем разделе. Отличия состоят во времени наступления вспышки цветения фитопланктона и её продолжительности.

Весна. Середина марта - начало июня

Начало весенней активности фитопланктона связано с появлением в прибрежной пелагиали во второй половине марта ранневесенних форм диатомовых: *Thalassiosira hyalina* (Grun.) Gran, *T. cf. grvida* Cl., *Navicula pelagica* Cl., *N. septentrionalis* (Grun.) Gran, *Nitzschia grunowii* Hasle, *Amphora hyperborea* (Grun.). Численность клеток в этот период невелика и может колебаться в зависимости от видового состава от нескольких десятков до нескольких сотен кл./л..

Биомасса фитопланктона достигает максимума во второй половине апреля. Максимальный уровень биомассы сохраняется в течение нескольких дней. Численность фитопланктона в период раннего цветения колеблется от нескольких сот тысяч до 2 млн кл./л (по неопубликованным данным М.И. Роухияйнен до 12 млн кл./л), а биомасса от 1 до 3 мг/л. В вертикальном распределении фитопланктона в этот период наблюдается концентрация основной массы в слое 0-10 м. Видами, формирующими первый максимум цветения фитопланктона являются: *Thalassiosira cf. grvida* Cl, *T. nordenskiöldii* Cl., *Chaetoceros socialis* Laud., *C. furcellatus* Bail., *Navicula vanhoeffenii* Gran. Кроме того, для этого периода в отдельные годы характерно интенсивное развитие золотистой водоросли *Phaeocystis pouchetii* (Hariot) Lagerh., которая может достигать значительных величин численности и биомассы и активно участвовать в формировании весеннего максимума (наибольшие отмеченные численность и биомасса – 8 млн кл./л и 1.7 мг/л) (Дружков, Макаревич, 1989).

Лето. Конец июня – конец августа

В фитопланктонном сообществе летнего периода происходят значительные изменения. Идет процесс исчезновения весенних форм диатомовых. Отмечается повышение роли динофитовых микроводорослей, хотя их присутствие в пелагиали спорадическое. Наблюдается заметное замещение арктобореальных форм космополитными, а неритических форм – панталассными и океаническими. Основу доминирующего комплекса в этот сезон составляют диатомовые водоросли *Skeletonema costatum* (Grev.) Cl., *Leptocylindrus danicus* Cl., *L. minimus* Gran, *Chaetoceros decipiens* Cl., *C. laciniosus* Schütt, а также динофитовые рода *Protoperidinium*. Максимальная численность клеток пелагических водорослей не превышает в этот сезон 20 тыс. в литре.

Осень. Середина сентября – начало ноября

В слое 0-25 м наблюдается максимальная плотность клеток. Доминирующие виды: динофитовые родов *Ceratium*, *Dinophysis*, *Protoperidinium* и диатомовые рода *Chaetoceros*. Численность клеток не превышает 2 тысяч в 1 литре. К началу декабря численность клеток не превышает тысячи

в 1 литре, биомасса менее - 5 мкг/л. В пелагиали наблюдается полное доминирование динофитовых водорослей, а в качестве единственной активной группы фотосинтезирующих организмов остаются нанопланктонные флагелляты.

Зима. Середина ноября - середина марта

Фитопланктонное сообщество весь зимний период находится в стадии покоя. В пелагиали фитопланктон представлен в основном крупными океаническими динофитовыми водорослями космополитного и арктобореального происхождения. Концентрация колеблется от нескольких клеток до нескольких десятков клеток на 1 литр. Основу доминирующего комплекса составляют *Ceratium longipes* (Bail.) Gran, *C. tripos* (O.Müll.) Nitzsch, *Dinophysis norvegica* Clap. Et Lachm., *Protoperidinium depressum* (Bail.) Balech.

В таблице 2 приведены характеристики годового цикла развития фитопланктона Баренцева моря. Эта таблица определяет диапазон допустимых значений доминирующих видов фитопланктона для южной части Баренцева моря.

Таблица 2. Характеристики годового цикла развития фитопланктона Баренцева моря
Район: 74°N - Кольский полуостров

Время	Глубина обитания (м)	Структура таксонов	Преобладающие виды	Численность (клеток/л)
Весна				
Середина марта - начало июня	0-70	N > O+P+M+F A > B+C	<i>Phaeocystis pouchetii</i> <i>Thalassiosira gravida</i> <i>T. nordenskiöldii</i> <i>Nitzschia grunowii</i> <i>Chaetoceros socialis</i> <i>Navicula</i>	100 тысяч - 12 миллионов
Лето				
Конец июня - конец августа	0-50	C ! A+B N ! P+O	<i>Leptocylindrus danicus</i> <i>L. minimus</i> <i>Chaetoceros decipiens</i> <i>C. lacinosus</i> <i>Protoperidinium</i> <i>Skeletonema costatum</i>	>100 тысяч
Осень				
Середина сентября - начало ноября	0-25	C > A; C > B O ! P; O ! N	<i>Chaetoceros</i> <i>Ceratium</i> <i>Dinophysis</i> <i>Protoperidinium</i>	> 2000
Зима				
Начало ноября - середина марта	0-дно	O > N O > P; C+A > B	<i>Ceratium</i> <i>Protoperidinium</i>	10 - 500

Зоопланктон

Наличие в базе данных более 9,000 проб позволяет рассмотреть зависимость между числом видов и количеством зоопланктона в пробе.

На рисунке 5 приведен график зависимости *число видов в м³ – обилие зоопланктона в м³* для Баренцева и Карского морей (только голопланктон). Характер полученной зависимости хорошо согласуется с теоретическими кривыми (Magurran, 1988).

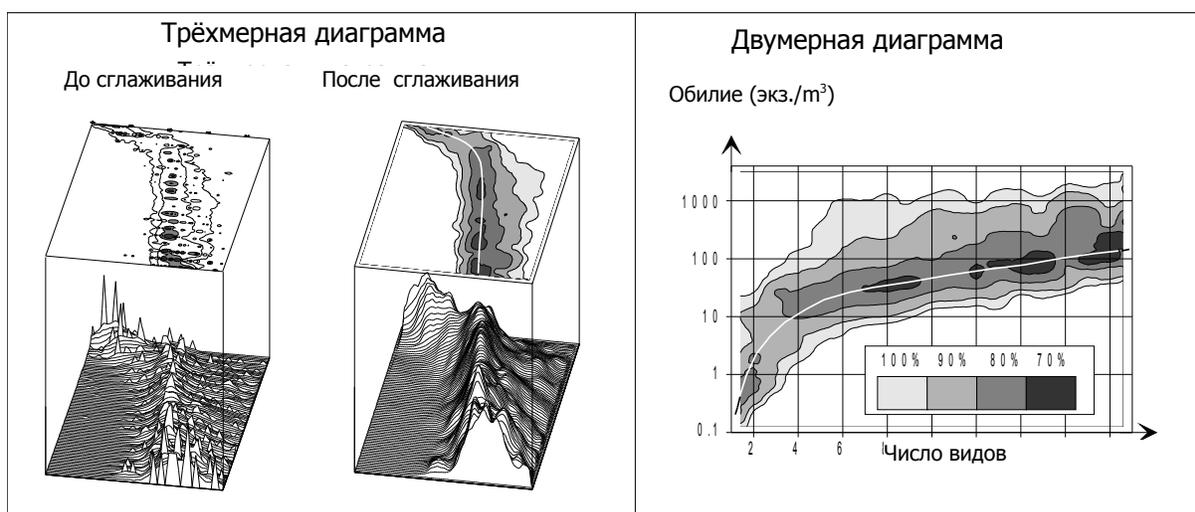


Рис. 5. Зоопланктон Баренцева и Карского морей: обилие - число видов

График (рис. 5), представлен в табличном виде для алгоритмизации контроля качества данных.

Количество видов (экз./м ³)	1	2-3	4-5	6-10	11-15	16-20	>20
Минимальное обилие (экз./м ³)	0.1	1	3	10	12	14	>15
Среднее обилие (экз./м ³)	1-75	76-200	201-260	261-350	351-400	401-450	>450
Максимальное обилие (экз./м ³)	150	350	1500	2500	2550	2600	>2600

ВИЗУАЛИЗАЦИЯ ДАННЫХ

6.1 Физические характеристики

Процессы таяния льда, вертикальная структура вод и термические характеристики морской среды определяют динамику развития планктона Карского и Баренцева морей. Настоящий раздел содержит информацию о положении кромки льда, вертикальной структуре вод, полях температуры и солёности.

Лёд

На CD-ROM в разделе WWW\MAP\ICE приведены карты характеризующие среднее положение кромки льда для середины каждого месяца (Eastern-Western., 1984).

Температура и солёность

Процедура объективного анализа, используемая в настоящей работе для построения полей океанографических характеристик, в основном соответствует схеме, предложенной Barns (1973) и методам, рассмотренных в работе Levitus S., Boyed T.P. (1994). Дополнения алгоритма касались учёта анизотропности океанографических полей Баренцева и Карского морей.

При расчетах полей распределения температуры на поверхности Баренцева и Карского морей летом принят радиус корреляции 250 км, зимой этот радиус уменьшается до 180 км. На глубине 100 м радиус на 35-40 % меньше, чем на поверхности. Значения температуры и солёности рассчитывались для сеточной области с шагом 20x20 км за три интервала времени: 1920-1940 годы, 1950-1960 годы, 1980-1990 годы. Выбор таких интервалов обусловлен наличием данных по планктону, температуре и солёности воды в пределах указанных лет. Для каждого интервала времени построены следующие карты:

Баренцево море – температура и солёность, поверхность и 100м, зима и лето.

Карское море - температура и солёность, поверхность и 100м, лето.

Зима = {январь, февраль, март, апрель}, лето = {июль, август, сентябрь}.

Карты представлены в Приложении D и на CD-ROM в формате HTML.

Океанографические данные, используемые для построения карт температуры и солёности, получены из баз данных WDC, Silver Spring и ММБИ.

Вертикальная структура вод Баренцева моря

Вопросам исследования вертикальной структуры вод Баренцева моря посвящено большое число работ. Установлено, что зимой температура ($T^{\circ}\text{C}$) и плотность (σ) воды незначительно изменяются с глубиной. Резкий градиент T и σ наблюдается в слое 30-80 метров летом из-за повышения температуры верхнего слоя воды. Наличие месячных климатических полей по температуре и солёности для Баренцева моря (Матишов и др., 1998) позволяют документировать годовой цикл изменения T и σ в вертикальной плоскости. Алгоритм расчёта вертикального градиента T и σ состоял из следующих этапов. а) На основе месячных климатических полей температуры и солёности рассчитаны климатические поля плотности для января, ... , декабря. Шаг сеточной области $10' \times 30'$. в) Для каждого месяца построены поля, характеризующие разность значений температуры (ΔT) и плотности ($\Delta \sigma$) на горизонтах 0 и 100 метров:

$$\Delta T = T_{0\text{м}} - T_{100\text{м}}; \quad \Delta \sigma = \sigma_{0\text{м}} - \sigma_{100\text{м}}$$

с) Метод объективного анализа использовался для картирования значений ΔT и $\Delta \sigma$.

На CD-ROM через систему HTML доступны график и карты, характеризующие годовой цикл изменения значений ΔT и $\Delta \sigma$. Полученные результаты свидетельствуют о наличие двух периодов времени, в течение которых сохраняется устойчивый режим вертикального градиента температуры и плотности: летний и зимний режимы. Протяженность зимнего режима с январь по апрель. В этот период значения ΔT и $\Delta \sigma$ достигают годового минимума. Протяженность летнего режима с июля по сентябрь. В этот период значения ΔT и $\Delta \sigma$ достигают годового максимума.

6.2 Биологические характеристики

Для описания состояния планктонных сообществ, обычно, используются поля (карты) распределения численности, биомассы, и числа видов планктона. В практике гидробиологических исследований также используются коэффициенты биоразнообразия. Причина повышения уровня разнообразия жизни - поступление в экосистему дополнительной энергии (Legendre, Demers, 1985). Источник дополнительной энергии определяется региональными особенностями иссле-

дуемого района океана. Например, в Карском море это может быть приток атлантических вод с севера или сток рек Оби и Енисея. В Баренцевом море - приток атлантических вод или пресная вода, поступающая при таянии льда (Тимофеев, 1988). Таким образом, поля распределения характеристик планктона (Приложение E, F), не только документируют состояние планктонного сообщества, но и выступают как инструмент исследования водных масс морей Арктики.

В качестве коэффициента биоразнообразия использовался коэффициент Глиссона (K_{gl}):

$$K_{gl} = (N_t - 1) / \log(N_i)$$

где: N_i - количество экземпляров,

N_t - количество видов в пробе.

В базе данных содержится информация по зоопланктону Карского моря, собранная в 1936 году на судне *Нерпа* и в 1981 году на судне *Дальние Зеленцы*. Численность зоопланктона в 1936 году определена в терминах *редко*, *обычно*, *обильно* и *очень обильно*. Численность зоопланктона в 1981 году определена в экз./м³. Для сравнения данных этих рейсов численность зоопланктона 1981 года представлены в тех же терминах, что и в 1936 году с использованием следующей шкалы (Дробышева и др., 1986):

редко = 1-10 экземпляров/м³

обычно = 11-100 экземпляров/м³

обильно = 101-1000 экземпляров/м³

очень обильно >1000 экземпляров/м³

В Приложениях E и F приведены поля распределения характеристик планктона в вертикальной и горизонтальной плоскостях. В приложении E4 приведены графики изменения характеристик фитопланктона по трассе движения атомных ледоколов зимой из Баренцева в Карское море и обратно. Эти графики документируют состояние фитопланктона в районах, ранее недоступных для гидробиологических исследований в зимнее время. Весь графический материал доступен на CD-ROM через информационную систему HTML.

7. ИЗМЕНЕНИЯ ПЛАНКТОННОГО СООБЩЕСТВА

Задача настоящего раздела – иллюстрировать возможности базы данных для документирования изменений планктонных сообществ Баренцева и Карского морей. Для этого выбраны две группы данных. Первая – относится к периоду потепления Арктики–1920-1930 годы (Fu et al., 1999). Вторая–относится к периоду с более суровыми условиями – после 1950 года (Fu et al., 1999). Все рисунки, на которые сделаны ссылки в настоящем разделе, находятся в Приложении G.

Фитопланктон. Баренцево море. Кольский разрез: 1921 vs. 1997

Данные: а) рейс судна *Соколица*, май 1921, 5 станций 16 проб по Кольскому разрезу; б) рейс судна *Ломор*, май 1997, 7 станций 35 проб по Кольскому разрезу.

Характеристики: Численность фитопланктона, коэффициент биоразнообразия (коэффициент Глиссона), доли видов с различной биогеографической (число арктических видов) и экологической (число океанических видов) характеристиками. Графики изменения перечисленных показателей вдоль Кольского разреза приведены на рисунках G1, G5. Эти графики свидетельствуют о наличии существенных различий в структуре сообществ фитопланктона в 1921 и 1997 годах.

Вывод: Каждая из анализируемых характеристик указывает на то, что в мае 1921 года условия для развития фитопланктона были более благоприятные, чем в мае 1997 года.

Фитопланктон. Баренцево море: 1921-1957-1985-1997

Данные: Для анализа взяты данные за апрель-май 1921, 1957, 1985 и 1997 годов из района с центром в точке 71°N 33°30'E и радиусом 15 миль. Всего выбрано 8 станций, 37 проб.

Характеристики: Рассчитаны средние для апреля-мая значения численности клеток фитопланктона под м² и коэффициента биоразнообразия (коэффициент Глиссона) для 1921, 1957, 1985 и 1997 годов (рис. G2). Значения указанных параметров в 1921 году значительно большие по сравнению с остальными годами.

Вывод: Условия для развития фитопланктона в апрель-май 1921 года были более благоприятные, чем в аналогичные периоды 1957, 1985 и 1997 годов.

Зоопланктон. Карское море: 1936 vs. 1981

Данные: а) рейс судна *Нерпа*, август 1936 г., 38 станций 143 пробы в Карском море; б) рейс судна *Дальние Зеленцы*, август 1981 г., 24 станции 109 проб в Карском море.

Характеристики: Рассчитана встречаемость видов (количество видов в % от общего числа) зоопланктона, являющихся индикаторами арктических вод (рис. G3). Встречаемость видов-индикаторов арктических вод в 1981 заметно выше, чем в 1936.

Вывод: Климатические условия в Карском море в 1981 были более суровыми, чем в 1936 году.

Зоопланктон. Южная часть Баренцева моря: 1952-1959

Данные: Материалы 1630 станций, 7137 проб, собранные в 84 рейсах, в 1952-1959 годы.

Характеристики: Построены графики, характеризующие изменения биомассы, численности, индекса биоразнообразия (коэффициент Глиссона) и аномалий температуры в период 1952-1959 (рис. G6). Прослеживается тенденция снижения значений этих параметров от 1952 к 1959 году.

Вывод: 1953-1955 годы характеризуются более благоприятными условиями для развития зоопланктона, по сравнению с 1956-1958 годами. Одна из возможных причин, обуславливающих это явление – положительные аномалии температуры в 1952-1955 годы и отрицательные аномалии температуры в 1956-1958 годы (рис. G4).

Резюме

Приведенные примеры свидетельствуют о том, что в рассматриваемом районе Арктики в 1920-1930-е годы наблюдались более благоприятные условия для развития планктона, по сравнению с 1960-1980-ми годами. Этот вывод согласуется с существующими наблюдениями о резком потеплении Арктики в период 1920-1930-х годов (Fu *et al.*, 1999).

8. СОДЕРЖАНИЕ CD-ROM

На CD-ROM помещены первичные данные, вспомогательные файлы, а также настоящий Атлас в формате HTML и doc (Microsoft WORD). HTML версия Атласа состоит из 8 разделов:

Документация. Раздел содержит текст *Биологического атласа морей Арктики 2000: планктон Баренцева и Карского морей* на русском и английском языках.

История. Представлен список работ по исследованию планктона Баренцева моря и карты распределения бентосных станций за периоды 1920-1940 и 1968-1970 годы.

Виды планктона. Приведены списки видов планктона морей Арктики. Предусмотрен поиск видов по алфавиту и по таксономическим группам. Для каждого вида фитопланктона даны его географическая и экологическая характеристика.

Фотогалерея. В фотоальбом включены фотографии живых клеток и рисунки 50 доминантных видов фитопланктона морей Арктики, а также фотографии процесса сбора проб фитопланктона с борта атомного ледокола *Советский Союз*.

База данных. Приведены карты распределения данных. Предусмотрены средства для просмотра данных по каждому рейсу. На CD-ROM в разделе DATA\PRIMARY приведены данные 158 рейсов за период 1913-1999 годы.

Морская среда. В раздел включены карты и графики, описывающие распределение различных характеристик фито- и зоопланктона, а также карты распределения температуры и солёности, положения кромки льда, а также характеристики вертикальной структуры вод Баренцева моря.

Изменения планктонного сообщества. Сравниваются структуры планктона 1930-х, 1950-х, 1990-х годов. Выявленные различия сопоставляются с изменением климата Арктики.

Авторы. Приводится список авторов с указанием их адресов, телефонов и электронной почты.

9. ЗАКЛЮЧЕНИЕ И БУДУЩИЕ РАБОТЫ

На примере зообентоса показано, что предложенный формат описания данных по блокам может быть использован для формализации широкого круга параметров.

Результаты сравнения структурных характеристик планктона показывают, что 20-30-е годы были более благоприятны для развития планктона по сравнению с 50-ми, 80-ми и 90-ми годами.

Показано, что внутригодовая изменчивость характеристик зоопланктона, собранного в период 1952-1959 годов в прибрежной зоне Кольского полуострова, совпадала по фазе с флуктуациями аномалий температуры.

Пополнение базы данных и документирование изменений гидробиологических характеристик морей Арктики будут приоритетными направлениями наших будущих работ. Мы предполагаем усовершенствовать контроль качества гидробиологических данных и описание методов измерений.

10. БИБЛИОГРАФИЯ

Бардан С.И., Широколов В.Н., 1988. Гидролого-гидрохимические исследования. – В книге: Контроль экологической ситуации в районе опытно-промышленной плантации водорослей в губе Дальнезеленецкой. Апатиты, изд. Кольского филиала АН СССР, с. 7-23.

Баренцево море, 1990. Гидрометеорология и гидрохимия морей СССР. Том 1, вып. 1. Л., Гидрометеоздат, 280 с.

Богоров В.Г., 1927. К методике обработки планктона (Новая камера для обработки зоопланктона). - Русский гидробиологический журнал, т. 6, вып. 8-10, с. 193-198.

Богоров В.Г., 1934. Инструкция по сбору и обработке материала по исследованию питания планктоноядных рыб. М., изд. ВНИРО, 15 с.

Богоров В.Г., 1938. К методике исследования планктона. - Зоологический журнал, т. 17, вып. 2, с. 373-380.

Богоров В.Г., 1940. К методике исследования планктона в море: Некоторые новые приборы для сбора планктона. - Зоологический журнал, т. 19, вып. 1, с. 172-182.

Богоявленский А.Н., Иваненков В.Н., 1978. Потенциметрическое определение рН. – В книге: Методы гидрохимических исследований океана. М., Наука, с. 106-110.

Голубев В.А., Зуев А.Н., Лебедев И.А., 1989. Об объективном анализе океанографических полей по данным судовых съемок в Баренцевом море. - Труды ААНИИ, т.415, с.117-126.

Голубев В.А., Зуев А.Н., Лебедев И.А., 1992. Комплекс методов статистической обработки и объективного анализа данных натурных океанографических экспериментов. - Труды ААНИИ, т.426, с.7-19.

Гусарова А.Н., 1978. Определение растворённой кремнекислоты. – В книге: Методы гидрохимических исследований океана. М., Наука, с. 216-219.

Дробышева С.С., Дегтерева А.А., Нестерова В.Н., Панасенко Л.Д., Плеханова Н.В., 1986. Наставление по определению кормовых объектов и зон откорма пелагических рыб в Баренцевом и Норвежском морях. Мурманск, изд. ПИНРО, 74 с.

Дружков Н.В., 1989. Микрзоопланктон. – В книге: Методические рекомендации по анализу количественных и функциональных характеристик морских биоценозов северных морей. Часть 1. Фитопланктон. Зоопланктон. Взвешенное органическое вещество. Апатиты, изд. Кольского филиала АН СССР, с.13-17.

Дружков Н.В., Кузнецов Л.Л., Байтаз О.Н., Дружкова Е.И., 1997. Сезонные циклические процессы в североевропейских прибрежных пелагических экосистемах (на примере Центрального Мурмана, Баренцево море). – В книге: Планктон морей Западной Арктики. Апатиты, изд. Кольского научного центра РАН, с. 145-178.

Дружков Н.В., Макаревич П.Р., 1988. Приспособление для изучения микропланктонных организмов. - Биологические науки, вып. 10, с.100-101.

Дружков Н.В., Макаревич П.Р., 1989. Особенности пространственного распределения пелагических водорослей в водах Восточного Мурмана (Баренцево море) в весенний период. – В книге: Основы формирования биопродуктивности и экологии северных морей. Апатиты, изд. Кольского научного центра АН СССР, с. 35-52.

Дружков Н.В., Макаревич П.Р., 1991. Сезонная сукцессия микрофитопланктона в прибрежной зоне Восточного Мурмана. – В книге: Продукционно-деструкционные процессы пелагиали прибрежья Баренцева моря. Апатиты, изд. Кольского научного центра АН СССР, с. 43-54.

Дружков Н.В., Макаревич П.Р., Ларионов В.В., Бобров Ю.А., 1990. Развитие фитоцена в прибрежных водах Восточного Мурмана: январь-август 1987 г. – В книге: Структурно-функциональная организация экосистем Баренцева моря. Апатиты, изд. Кольского научного центра. с. 53-69.

Кожова О.М., Шастина Н.А., Заусаева Н.А., 1978. К методике определения объемов клеток фитопланктона. – В книге: Экологические исследования водоемов Сибири. Иркутск, изд. Восточно-Сибирская Правда, с.110-123.

Кольцова Т.И., 1970. Определение объема и поверхности клеток фитопланктона. – Биологические науки, вып. 6, с.114-120.

Коннов В.А., 1978. Определение нитритов с реактивом Grissa. – В книге: Методы гидрохимических исследований океана. М., Наука, с. 191-193.

Макаревич П.Р., Дружков Н.В. (составители), 1989. Методические рекомендации по анализу количественных и функциональных характеристик морских биоценозов северных морей. Часть 1. Фитопланктон. Зоопланктон. Взвешенное органическое вещество. Апатиты, изд. Кольского научного центра АН СССР, 29 с.

Матишов Г., А. Зуев, В. Голубев, Н. Адров, В. Слободин, С. Левитус, И. Смоляр, 1998. Климатический атлас Баренцева моря 1998: температура, солёность, кислород. NOAA ATLAS NESDIS 26. Silver Spring. 130 с.

Макарова Т.И., Пичкилы Л.О., 1970. К некоторым вопросам методики вычисления биомассы фитопланктона. - Ботанический журнал, т.55, вып. 10, с.1488-1494.

Масюк Н.П., Радченко М.И., 1989. Методы сбора и изучения водорослей. - В книге: Водоросли. Справочник. К., Наукова думка, с.170-188.

Михеева Т.М., 1989. Методы количественного учета нанофитопланктона (обзор). –Гидробиологический журнал, т.25, вып. 4, с.3-21.

Роухияйнен М.И., 1967. Закономерности развития фитопланктона в южной части Баренцева моря. – В книге: Вопросы биоокеанографии. К., Наукова думка, с. 84-94.

Руководство по гидрологическим работам в океанах и морях, 1977. Л., Гидрометеиздат, 724 с.

Руководство по методам биологического анализа морских вод и донных отложений, 1980. Л., Гидрометеиздат, 186 с.

Рыжов В.М., 1985. Фитопланктон. – В книге: Жизнь и условия ее существования в пелагиали Баренцева моря. Апатиты, изд. Кольского филиала АН СССР, с. 100-105.

Сапожников В.В., 1978а. Определение неорганического растворенного фосфора. – В книге: Методы гидрохимических исследований океана. М., Наука, с. 165-171.

Сапожников В.В., 1978б. Определение валового фосфора сжиганием с персульфатом калия. – В книге: Методы гидрохимических исследований океана. М., Наука, с. 171-174.

Сапожников В.В., Гусарова А.Н., Лукашев Ю.Ф., 1978. Определение нитратов в морской воде. – В книге: Методы гидрохимических исследований океана. М., Наука, с. 194-202.

Сапожников В.В., Соколова И.В., 1978. Определение валового азота. – В книге: Методы гидрохимических исследований океана. М., Наука, с. 208-216.

Соловьева А.А., 1976. Первичная продукция и фитопланктон в прибрежных водах Баренцева моря. – В книге: Биология Баренцева и Белого морей. Апатиты, изд. Кольского филиала, с. 25-32.

Суханова И.Н., 1983. Концентрирование фитопланктона в пробе. – В книге: Современные методы количественной оценки распределения морского планктона. М., Наука, с.97-105.

Тимофеев С.Ф., 1988. Трофодинамический анализ экосистем Баренцева, Белого и Карского морей. – В книге: Современные проблемы гидробиологии Баренцева моря. Апатиты, изд. Кольского филиала АН СССР, с. 29-34.

Федоров В.Д., 1979. О методах изучения фитопланктона и его активности. М., изд. МГУ, 167 с.

Чернякова А.М., 1978. Определение растворённого кислорода. – В книге: Методы гидрохимических исследований океана. М., Наука, с. 133-150.

Barnes, S. L., 1964: A technique for maximizing details in numerical weather map analysis. J App.Meteor., 3, 396-409

Clarke R.T., Marker A.F.N., Rother J.A., 1987. The estimation of the mean variance of algal cell volume from critical measurements. - *Freshwater Biology*, 17,117-128.

Conkright M.E., Levitus S., O'Brien T.O., Stephensens C., Johnson D., Stathoplos L., Baranova O., Anthonov J., Gelfeld R., Burney J., Rochester J., Forgy C., 1998. World Ocean Database 1998: CD-ROM Data Set Documentation, version 1.0. NODC Internal Report 14, Silver Spring, MD, 43 pp.

Dodson A.N., Thomas W.H., 1964. Concentrating plankton in a gentle fashion. – *Limnology and Oceanography*, 9, 455-456.

Druzhkov N.V., Makarevich P.R., 1999. Comparison of the phytoplankton assemblages of the South-Eastern Barents Sea and South-Western Kara Sea: Phytogeographical status of the regions. - *Botanica Marina*, 42, 103-115.

Eastern-Western Arctic Sea Ice Edge Climatology: Oceanographic Monthly Summary. 1984. -NOAA, 6, 1-52.

Fu C., Diaz H.F., Dong D., Fletcher J.O.,1999. Changes in atmospheric circulation over northern hemisphere oceans associated with the rapid warming of the 1920s. - *International Journal of Climatology*, 19, 581-606.

International oceanographic tables. 1966. Paris, UNESCO, National Institute of Oceanography of Great Britain.

Jeffrey S.W., Humphrey G.F., 1975. New spectrophotometric equations for determining chlorophylls a, b, c, and c in higher Plants, algae and natural phytoplankton. - *Physiol. Pflanz.* 167, 191-194.

Legendre L., Demers S., 1985. Auxiliary energy, ergoclines and aquatic biological production. -*Natur. Can.*, 112, 5-14.

Levitus, S., and Boyer T.P., 1994. NOAA Atlas NESDIS 4, World Ocean Atlas 1994, vol.4. Temperature. NODC/OCL, Washington, 118pp.

Magurran A.E., 1988. Ecological diversity and its measurement. Princeton, NJ: Princeton University Press.

Makarevich P.R., Larionov V.V., Druzhkov N.V. , 1991. Average cell weights of the mass phytoplankton species of the Barents Sea. Apatity, izdat. Kola Center of AN SSSR, 12 c.

Makarevich P.R., Larionov V.V., Druzhkov N.V., 1993. Mean weights of dominant phytoplankton of the Barents Sea. – Algologia, 13, 103-106.

Murphy J., Reley J.P., 1962. Modified single solution method for the determination of phosphata in natural waters.- Analyt. chim. acta, 1.

Plinski M., Picinska J., Targonski L., 1984. Metody analizy fitoplanktonu morskiego z wykorzystaniem maszyn liczacych. - Zeszyty naukowe wydzialu biologii i nauk o Ziemi Uniwersytetu Gdanskiego, 10, 129-155.

Recommendations for marine biological studies in the Baltic Sea. Phytoplankton and chlorophyll, 1979. - Baltic Marine Biological Publications, 3, 1-38.

Richards F.A., Thompson T.G., 1952. The estimation and characterization of plankton populations by pigment analyses. II. A Spectrophotometric method for the estimation of plankton pigments. – Journal of Marine Research, 11, 156-172.

Steeman-Nielsen E., 1952. The use of radioactive carbon (C) for measuring organic production to the sea. - J. Cons. perment. internal. exploit. mer., 18, 117-140.

Wood E.D., Armstrong F.H., Richards F.A., 1967. Determination of nitrate in sea water by cadmium-copper reduction to nitrite. - Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom, 47, 23-31.

11. Приложения

- A. История гидробиологических исследований: список публикаций
- B. Списки видов планктона
- C. База данных
- D. температура и солёность
- E. Фитопланктон
- F. Зоопланктон
- G. Документирование изменения планктонного сообщества

Приложение А. История гидробиологических исследований: списки публикаций

Приложение А1. Фитопланктон

Барашков Г.К., 1962. Химия некоторых морских планктонных диатомей. - Труды Мурманского морского биологического института АН СССР, т. 4(8), с. 27-46.

Боборов Ю.А., 1985. Первичная продукция. – В книге: Жизнь и условия ее существования в пелагиали Баренцева моря. Апатиты, изд. Кольского филиала АН СССР, с. 110-126.

Бобров Ю.А., Савинов В.М., Макаревич П.Р., 1989. Хлорофилл и первичная продукция. – В книге: Экология и биоресурсы Карского моря. Апатиты, изд. Кольского научного центра АН СССР, с. 45-50.

Васютина Н.П., 1991. Фитопланктон юго-восточной части Баренцева моря в июле-августе 1977.- В книге: Исследования фитопланктона в системе мониторинга Балтийского и других морей СССР. М. Гидрометеиздат. 127-134.

Ведерников В.И., Соловьева А.А., 1972. Первичная продукция и хлорофилл в прибрежье Баренцева моря. – Океанология, т.12, вып. 4, с. 669-676.

Дерюгин К.М., 1915. Фауна Кольского залива и условия ее существования. - Записки Императорской Академии наук, физико-математическое отделение, серия 8, т. 34, вып. 1, с. 1-929.

Дружков Н.В., Макаревич П.Р., 1989. Особенности пространственного распределения пелагических водорослей в водах Восточного Мурмана (Баренцева море) в весенний период. – В книге: Основы формирования биопродуктивности и экологии северных морей. Апатиты, изд. Кольского научного центра АН СССР, с. 35-52.

Дружков Н.В., Макаревич П.Р., 1991. Сезонная сукцессия микрофитопланктона в прибрежной зоне Восточного Мурмана. – В книге: Продукционно-деструкционные процессы пелагиали прибрежья Баренцева моря. Апатиты, изд. Кольского научного центра АН СССР, с. 43-54.

Дружков Н.В., Макаревич П.Р., 1996. Пространственно-временная организация фитоценоза в открытых шельфовых водах Западной Арктики. – В книге: Экосистемы пелагиали море Западной Арктики. Апатиты, изд. Кольского научного центра РАН, с. 37-73.

Дружков Н.В., Макаревич П.Р., Ларионов В.В., Бобров Ю.А., 1990. Развитие фитоценоза в прибрежных водах Восточного Мурмана: январь-август 1987 г. – В книге: Структурно-функциональная организация экосистем Баренцева моря. Апатиты, изд. Кольского научного центра АН СССР, с. 53-69.

Дружков Н.В., Кузнецов Л.Л., Байтаз О.Н., Дружкова Е.И., 1997. Сезонные циклические процессы в североевропейских прибрежных пелагических экосистемах (на примере Центрального Мурмана, Баренцево море). – В книге: Планктон морей Западной Арктики. Апатиты, изд. Кольского научного центра РАН, с. 145-178.

Камшилов М.М., 1950. Особенности распространения диатомовой водоросли *Rhizosolenia hebetata* f. *semispina* в планктоне. - Доклады АН СССР, т. 75, вып. 5, с. 747-748.

Кашкин Н.И., 1963. Материалы к экологии *Phaeocystis pouchetii* (Hariot) Lagerheim, 1893 (*Chrysophyceae*). II. Ареал и уточнение биогеографической характеристики. – Океанология, т. 3, вып. 4, с. 697-705.

Кашкин Н.И., 1964. Материалы к экологии *Phaeocystis pouchetii* (Hariot) Lagerheim, 1893 (*Chrysophyceae*) в окраинных морях Северной Атлантики. - Труды Мурманского морского биологического института АН СССР, т. 5(9), с. 16-37.

Киселев И.А., 1928. К распределению и составу фитопланктона в Баренцевом море. - Труды Института по изучению Севера, т. 37, с. 28-42.

Кузнецов Л.Л., Макаревич П.Р., Макаров М.В., 1994. Структурно-продукционные показатели морских фитоценозов. – В книге: Среда обитания и экосистемы Земли Франца-Иосифа (архипелаг и шельф). Апатиты, изд. Кольского научного центра РАН, с. 89-94.

Ларионов В.В., 1993. Пространственное распределение сукцессионные смены видовых комплексов фитопланктона Баренцева моря. - Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата биологических наук (гидробиология). М., изд. МГУ, 32 с.

Ларионов В.В., 1995. Фитопланктон прибрежной зоны Баренцева моря. – В книге: Среда обитания и экосистемы Новой Земли (архипелаг и шельф). Апатиты, изд. Кольского научного центра РАН, с. 52-59.

Ларионов В.В., 1997. Общие закономерности пространственно-временной изменчивости фитопланктона Баренцева моря. – В книге: Планктон морей Западной Арктики. Апатиты, изд. Кольского научного центра РАН, с. 65-127.

Линко А., 1907. Исследования над жизнью и составом баренцевоморского планктона.-Спб, 247 .

Макаревич П.Р., 1993. Биоиндикация антропогенного загрязнения в прибрежной зоне Карского моря. – В книге: Арктические моря: Биоиндикация состояния среды, биотестирование и технология деструкции загрязнений. Апатиты, изд. Кольского научного центра РАН, с. 66-72.

Макаревич П.Р., 1994. Фитопланктон юго-западной части Карского моря. - Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата биологических наук. М., изд. МГУ, 23 с.

Макаревич П.Р., 1995. Фитопланктон прибрежной зоны Карского моря. – В книге: Среда обитания и экосистемы Новой Земли (архипелаг и шельф). Апатиты, изд. Кольского научного центра РАН, с. 46-52.

Макаревич П.Р., 1996. Фитопланктонные сообщества.–В книге: Экосистемы, биоресурсы и антропогенное загрязнение Печорского моря. Апатиты, изд. Кольского научного центра РАН, с. 50-54.

Макаревич П.Р., 1997. Микрофитопланктонное сообщество. – В книге: Кольский залив: океанография, экосистемы, поллютанты. Апатиты, изд. Кольского научного центра РАН, с. 81-95.

Макаревич П.Р., Дружков Н.В., 1994. Сравнительная характеристика микроводорослей юго-западной части Карского и юго-восточной части Баренцева моря. – Альгология, т. 4, вып. 1, с. 77-88.

Макаревич П.Р., Дружков Н.В., Бобров Ю.А., 1991. Фитопланктон зоны трансформации баренцево-морских и беломорских водных масс. – В книге: Исследования фитопланктона в системе мониторинга Балтийского моря и других морей СССР. М., Гидрометеиздат, с. 127-134.

Мантейфель Б.П., 1938. Краткая характеристика основных закономерностей в изменениях планктона Баренцева моря. – Труды ПИНРО, т. 1, с. 134-148.

Мосенцова Т.Н., 1939. Сезонные изменения микропланктона Баренцева моря (1937 г.). - Труды ПИНРО, т. 4, с. 129-147.

Палибин И.В., 1903-06. Ботанические результаты плавания ледокола "Ермак" в Арктический океан летом 1901 г. - Известия Санкт-Петербургского Ботанического сада, т. 3,4,6.

Роухияйнен М.И., 1956. Некоторые закономерности весеннего развития фитопланктона Восточного Мурмана. - Доклады АН СССР, т. 109, вып. 1, с. 109-113.

Роухияйнен М.И., 1960. Характер развития фитопланктона в мае-июне 1958 г. в южной части Баренцева моря.-Труды Мурманского морского биологического института , т. 2, вып. 6, с. 59-67.

Роухияйнен М.И., 1961а. Первичная продукция планктона одной из губ Баренцева моря. - Доклады АН СССР, т. 141, вып. 1, с. 205-207.

Роухияйнен М.И., 1961б. Особенности весеннего развития фитопланктона в 1955-1957 гг. – В книге: Гидрологические и биологические особенности прибрежных вод Мурмана. Мурманск, Книжное изд., с. 98-108.

Роухияйнен М.И., 1962а. К биологии золотистой водоросли *Phaeocystis pouchetii* (Hariot) Lagerheim. - Труды Мурманского морского биологического института АН СССР, т. 4(8), с. 19-26.

Роухияйнен М.И., 1962б. Сезонность в развитии фитопланктона в прибрежных водах Восточного Мурмана. - Труды Мурманского морского биологического института АН СССР, т. 4(8), с. 11-18.

Роухияйнен М.И., 1964. К первичной продукции фитопланктона в губах побережья Восточного Мурмана. -Доклады АН СССР, т. 159, вып. 6, с. 1405-1407.

Роухияйнен М.И., 1965. Материалы к биологии массовых видов фитопланктона южной части Баренцева моря. - Ботанический журнал, т. 50, вып. 7, с. 943-953.

Роухияйнен М.И., 1966а. Качественный состав фитопланктона Баренцева моря. – В книге: Состав и распределение планктона и бентоса в южной части Баренцева моря. М.;Л., Наука, с. 3-23.

Роухияйнен М.И., 1966б. Вертикальное распределение фитопланктона в южной части Баренцева моря. – В книге: Состав и распределение планктона и бентоса в южной части Баренцева моря. М.;Л., Наука, с. 24-33.

Роухияйнен М.И., 1967. Закономерности развития фитопланктона в южной части Баренцева моря. – В книге: Вопросы биоокеанографии. К., Наукова думка, с. 84-94.

Рыжов В.М., 1976. Количественные характеристики фитопланктона Баренцева моря. – В книге: Экономическая эффективность научно-технического процесса в рыбной промышленности СССР. Часть 1. М., с. 131-132.

Рыжов В.М., 1985. Фитопланктон. – В книге: Жизнь и условия ее существования в пелагиали Баренцева моря. Апатиты, изд. Кольского филиала АН СССР, с. 100-105.

Рыжов В.М., 1986. Развитие первичных продуцентов в основных водных массах Баренцева моря. - Труды ПИНРО, с. 65-84.

Рыжов В.М., Сюзева Н.Г., 1974. Фитопланктон юго-западной части Баренцева моря. – В книге: Гидробиология и биогеография полярных и умеренных областей шельфа Мирового океана. Л., Наука, с. 102-103.

Рыжов В.М., Шавыкин А.А., Бойцов В.Д., 1987. Особенности развития фитопланктона в водах различного происхождения на западе Баренцева моря.–В книге: Комплексные океанологические исследования Баренцева и Белого морей. Апатиты, изд. Кольского филиала АН СССР, с. 52-66.

Савинов В.М., 1997. Фотосинтетические пигменты и первичная продукция Баренцева моря: пространственное распределение. – В книге: Планктон морей Западной Арктики. Апатиты, изд. Кольского научного центра РАН, с. 127-145.

Соколова С.А., 1972. Фитопланктон в районе птичьих базаров севера Новой Земли.–В книге: Особенности биопродуктивности вод в районе птичьих базаров севера Новой Земли. Л., Наука, с. 63-73.

Соколова С.А., Соловьева А.А., 1971. Первичная продукция в губе Дальнезеленецкой (прибрежье Мурмана) в 1967 г. – Океанология, т. 11, вып. 3, с. 460-470.

Соловьева А.А., 1973. Первичная продукция фитопланктона в губах Восточного Мурмана. - Гидробиологический журнал, т. 9, вып. 4, с. 14-20.

Соловьева А.А., 1975. Сезонная динамика численности фитопланктона и содержания хлорофилла "а" в губе Дальнезеленецкая (Баренцево море) в 1970 г. - Гидробиологический журнал, т. 11, вып. 4, с. 26-31.

Соловьева А.А., 1976. Первичная продукция и фитопланктон в прибрежных водах Баренцева моря. – В книге: Биология Баренцева и Белого морей. Апатиты, изд. Кольского филиала АН СССР, с. 25-32.

Соловьева А.А., Чурбанова Н.И., 1980. Суточная динамика фитопланктонного сообщества в прибрежье Баренцева моря. - Гидробиологический журнал, т. 16, вып. 2, с. 15-26.

Усачев П.И., 1935. Состав и распределение фитопланктона в Баренцевом море летом 1931 г. - Труды Арктического института, т. 21, с. 5-94.

Усачев П.И., 1968. Фитопланктон Карского моря. – В книге: Планктон Тихого океана. М., Наука, с. 6-28.

Druzhkov N.V., Makarevich P.R., 1999. Comparison of the Phytoplankton Assemblages of the South-Eastern Barents Sea and South-Western Kara Sea: Phytogeographical Status of the Regions. - *Botanica Marina*, 42, 103-115.

Larionov V.V., 1992. Spatial structure of the phytoplankton community of the open sea. – In: *Phytoplankton of the Barents Sea*. Apatity, izdat. Kola Scientific Center RAN, 64-73.

Makarevich P.R., Larionov V.V., 1992. Taxonomic composition of phytoplankton and history of the phytoplankton studies in the Barents Sea. – In: *Phytoplankton of the Barents Sea*. Apatity, izdat. Kola Scientific Center RAN, 17-51.

Savinov V.M., 1992. Spatial distribution of chlorophyll and primary production. – In: *Phytoplankton of the Barents Sea*. Apatity, izdat. Kola Scientific Center RAN, 52-63.

Schulz B., Wulff A., 1929. Hydrographie und Oberflächenplankton des westlichen Barentsmeeres im Sommer 1927. - *Berichte Deutschen Wiss. Kommission Meeres*. N.F., 4(5), 231-372.

Vedernikov V.I., Gagarin V.I., 1998. Primary production and chlorophyll in the Barents Sea in September - October, 1997. – *Oceanology*, 38(5), 642-649.

Vedernikov V.I., Demidov A.B., Sud'bin A.I., 1994. Primary production and chlorophyll in the Kara Sea in September, 1993. – *Oceanology*, 34(5), 693-703.

Приложение А2. Зоопланктон

Абрамова В.Д., 1956. Планктон как индикатор вод различного происхождения в морях Северной Атлантики. - *Труды ПИНРО*, вып. 9, с. 69-92.

Антипова Т.В., Дегтерева А.А., Тимохина А.Ф., 1974. Многолетние изменения биомассы планктона и бентоса в Баренцевом море. - *Труды ПИНРО*, вып. 21, с. 81-87.

Белова А.В., Тарвердиева М.И., 1964. Материалы по питанию сайки. - *Труды Мурманского морского биологического института АН СССР*, т. 5(9), с. 143-147.

Бернштейн Т.П., 1931. Планктические простейшие северо-западной части Карского моря. - *Труды Арктического института*, т. 3, вып. 1, с. 1-23.

Бернштейн Т.П., 1932. Зоопланктон района Земли Франца-Иосифа. - *Труды Арктического института*, т. 2, с. 3-35.

Бернштейн Т.П., 1934. Зоопланктон Карского моря по материалам экспедиций Арктического института на «Седове» 1930 г. и «Ломоносове» 1931 г. - *Труды Арктического института*, т. 9, с. 3-58.

- Богоров В.Г., 1927. К методике обработки планктона (Новая камера для обработки зоопланктона). - Русский гидробиологический журнал, т. 6, вып. 8-10, с. 193-198.
- Богоров В.Г., 1932. Материалы к биологии *Copepoda* Баренцева и Белого морей. - Бюллетень ГОИН, вып. 4. с. 2-16.
- Богоров В.Г., 1933. Изменение биомассы с возрастом у *Calanus finmarchicus*. - Бюллетень ГОИН, вып. 8, с. 1-16.
- Богоров В.Г., 1934. Инструкция по сбору и обработке материала по исследованию питания планктоноядных рыб. М., изд. ВНИРО, 15 с.
- Богоров В.Г., 1938а. К методике исследования планктона. - Зоологический журнал, т. 17, вып. 2, с. 373-380.
- Богоров В.Г., 1938б. Суточное вертикальное распределение планктона в полярных условиях (в юго-восточной части Баренцева моря). - Труды ПИНРО, вып. 2, с. 93-107.
- Богоров В.Г., 1939а. Веса и экологические особенности макропланктеров Баренцева моря. - Труды ВНИРО, т. 4, с. 245-258.
- Богоров В.Г., 1939б. О соотношении полов у морских *Copepoda* (К вопросу определения продукции планктона). Доклады АН СССР, т. 23, вып. 7, с. 1315-1318.
- Богоров В.Г., 1940а. К методике исследования планктона в море: Некоторые новые приборы для сбора планктона. - Зоологический журнал, т. 19, вып. 1, с. 172-182.
- Богоров В.Г., 1940б. К биологии *Euphausiacea* и *Chaetognatha* Баренцева моря. - Бюллетень МОИП, т. 49, вып. 2, с. 3-18.
- Богоров В.Г., 1940в. Продолжительность жизни и экологические особенности *Themisto abyssorum* Баренцева моря. - Доклады АН СССР, т. 27, вып. 1, с. 69-71.
- Богоров В.Г., 1945. Значение различных групп животных в биомассе зоопланктона по районам Карского моря. - Доклады АН СССР, т. 50, с. 175-176.
- Болдовский Г., 1941. Пища и питание сельдей Баренцева моря.-Труды ПИНРО, вып 7, с. 219-286.
- Боркин И.В., Нестерова В.Н., 1990. Распределение личинок сайки и ее кормовых объектов в Баренцевом море летом 1983-1984 гг. – В книге: Кормовые ресурсы и пищевые взаимоотношения рыб Северной Атлантики. Мурманск, изд. ПИНРО, с. 99-108.
- Бродский К.А. , 1950. Веслоногие рачки *Calanoida* дальневосточных морей СССР и Полярного бассейна. М.;Л., изд. АН СССР, 441 с.
- Бродский К.А., 1959. О филогенетических отношениях некоторых видов *Calanus* (*Copepoda*) северного и южного полушарий. - Зоологический журнал, т. 38, вып. 10, с. 1537-1553.
- Бродский К.А., 1965. Систематика морских планктонных организмов и океанология. – Океанология, т. 5, вып. 4, с. 577-591.

Бродский К.А., 1967. Типы гениталий самки и гетерогенность рода *Calanus* (Copepoda). - Доклады АН СССР, т. 176, вып. 1, с. 222-225.

Бродский К.А., 1972. Филогения семейства Calanoida (Copepoda) на основе сравнительно-морфологического анализа признаков. - Исследования фауны морей, т. 12(20), с. 5-110.

Бродский К.А., Вышкварцева В.Н., Кос М.С., Мархасева Е.Л., 1983. Веслоногие ракообразные (Copepoda: Calanoida) морей СССР и сопредельных вод. Л., Наука, 358 с.

Виноградов А.П., 1938. Химический состав морского планктона. - Труды ВНИРО, т. 7, с. 97-112.

Виноградов Г.М., 1995. Зоопланктон Байдарацкой губы. – В книге: Современное состояние и перспективы исследований экосистем Баренцева, Карского морей и моря Лаптевых: Тезисы докладов международной конференции. Мурманск, с. 19-20.

Виноградов М.Е., Виноградов Г.М., Николаева Г.Г., Хорошилов В.С., 1994а. Мезозоопланктон западной части Карского моря и Байдарацкой губы. – Океанология, т. 34, вып. 5, с. 709-715.

Виноградов М.Е., Шушкина Э.А., Лебедева Л.П., Гагарин В.И., 1994б. Мезозоопланктон восточной части Карского моря и эстуариев Оби и Енисея. – Океанология, т. 34, вып. 5, с. 716-723.

Виноградов М.Е., Шушкина Э.А., Верещака А.Л., Незлин Н.П., 1995. Характеристика населения толщи вод Норвежского моря в районе гибели АПЛ «Комсомолец». - Известия РАН. Серия биологическая, вып. 5, с. 612-623.

Виноградов М.Е., Шушкина Э.А., Верещака А., Незлин Н.П., 1996. О миграциях *Calanus finmarchicus* s.l. во время полярного дня в Норвежском море. – Океанология, т. 36, вып. 1, с. 66-70.

Виркетис М.А., 1928. Некоторые данные о зоопланктоне Баренцева моря по Кольскому меридиану. - Труды Института по изучению Севера, вып. 37, с. 7-27.

Виркетис М.А., 1931. Список зоопланктонных форм Мотовского залива. - Труды Института изучения Севера, вып. 48, с. 68-74.

Виркетис М.А., Киселев И.А., 1933. О планктоне Чешской губы. - Исследования морей СССР, вып. 18, с. 115-144.

Возжинская В.Б., Белькович В.М., Виноградов Г.М., Горелова Т.А., Кузин В.С., Кучерук Н.В., Мокиевский В.О., 1997. Гидробиологические и экологические исследования в Арктике: морская биота юго-западных побережий Карского моря (Байдарацкая губа). - Известия РАН. Серия биологическая, вып. 6, с. 705-716.

Глухов А.А., Костин А.М., Олесик Е.П., Шпарковский И.А., 1992. Кольский залив: состояние и перспективы возрождения экосистемы. Апатиты, изд. Кольского научного центра РАН, 44 с.

Головкин А.Н., Зеликман Э.А., 1965. Развитие калянуса в районе гнездования морских колониальных птиц в прибрежье Мурмана. – Океанология, т. 5, вып. 1, с. 117-127.

Грезе В.Н., 1957. Кормовые ресурсы рыб реки Енисея и их использование. - Известия ВНИОРХ, т. 41, с. 1-234.

Дегтерева А.А. 1960. Особенности развития планктона в Баренцево море в 1958-1959 гг. - Научно-технический бюллетень ПИНРО, вып. 1(11), с. 14-16.

Дегтерева А.А., 1964. Развитие планктона в весенне-летний период на нерестилищах и путях дрейфа личинок промысловых рыб Баренцева моря. – В книге: Материалы сессии ученого совета ПИНРО по результатам исследований 1962-1963 гг. Мурманск, изд. ПИНРО, с. 59-64.

Дегтерева А.А., 1971. Планктонные исследования у северо-западного побережья Норвегии и в Баренцевом море в 1962-1963 гг. - Материалы рыбохозяйственных исследований Северного бассейна. Вып. 17. Мурманск, изд. ПИНРО, с. 96-112.

Дегтерева А.А., 1972. Планктон у северо-западного побережья Норвегии и в Баренцевом море в 1965 и 1968 гг. - Материалы рыбохозяйственных исследований Северного бассейна. Вып. 19. Мурманск, изд. ПИНРО, с. 101-117

Дегтерева А.А., 1973. Зависимость численности и биомассы планктона от температуры в юго-западной части Баренцева моря. - Труды ПИНРО, вып. 33, с. 13-23.

Дегтерева А.А., 1979. Закономерности количественного развития зоопланктона в Баренцевом море. - Труды ПИНРО, вып. 43, с. 22-53.

Дегтерева А.А., Нестерова В.Н., 1985. Распределение зоопланктона в открытых частях Баренцева моря. – В книге: Жизнь и условия ее существования в пелагиали Баренцева моря. Апатиты, изд. Кольского филиала АН СССР, с. 149-160.

Дегтерева А.А., Нестерова В.Н., Панасенко Л.Д., 1990. Особенности формирования кормового зоопланктона в районах нагула мойвы Баренцева моря. – В книге: Кормовые ресурсы и пищевые взаимоотношения рыб Северной Атлантики. Мурманск, изд. ПИНРО, с. 24-33.

Дерюгин К.М., 1915. Фауна Кольского залива и условия ее существования. - Записки Императорской Академии Наук, т. 8, сер. 24, с. 1-929.

Дробышева С.С., 1979. Формирование скоплений эвфаузиид в Баренцевом море. - Труды ПИНРО, вып. 43, с. 54-76.

Дробышева С.С., 1988. Справочный материал о многолетнем распределении эвфаузиевых рачков - кормовых зон промысловых рыб Баренцева моря. Мурманск, изд. ПИНРО, 128 с.

Дробышева С.С., 1994. Эвфаузииды Баренцева моря и их роль в формировании промысловой биопродукции. Мурманск, изд. ПИНРО, 139 с.

Дробышева С.С., Нестерова В.Н., 1992. Темисто как резервный объект питания баренцевоморской трески. – В книге: Экологические проблемы Баренцева моря. Мурманск, изд. ПИНРО, с. 191-199.

Дробышева С.С., Нестерова В.Н., 1996. Многолетнее распределение эвфаузиевых рачков – кормовых объектов промысловых рыб Баренцева моря (1981-1995 гг.). Мурманск, изд. ПИНРО, 27 с.

Дружинина О.В., 1997. Зоопланктон Мотовского залива Баренцева моря (май 1996 г.). – В книге: Научная сессия молодых ученых Мурманского морского биологического института Кольского научного центра РАН (март 1997 г.): Тезисы докладов. Мурманск, с. 9-11.

Дружинина О.В., 1998. Исследование зоопланктона Обской губы Карского моря.–В книге: Современное состояние планктона и бентоса, проблемы сохранения биоразнообразия арктических морей: Тезисы докладов международной конференции. Мурманск, изд. ООО «МИП-999», с. 51-52.

Дружков Н.В., Фомин О.К., 1991. Сезонная сукцессия зоопланктона в прибрежной зоне Восточного Мурмана. – В книге: Продукционно-деструкционные процессы пелагиали побережья Баренцева моря. Апатиты, изд. Кольского научного центра АН СССР, с. 62-72.

Евгенов Н.И., Купецкий В.Н., 1985. Научные результаты полярной экспедиции на ледоколах «Таймыр» и «Вайгач» в 1910-1915 гг. Л., Наука, 183 с.

Залесских Л.М., 1986. Урожайность и особенности распределения молоди печорской наваги. – В книге: Динамика численности промысловых рыб. М., Наука, с. 120-131.

Залесских Л.М., 1990. Многолетняя динамика развития зоопланктона Печорской губы Баренцева моря. – В книге: Экология, воспроизводство и охрана биоресурсов морей северной Европы: Тезисы докладов III Всесоюзной конференции. Мурманск, изд. Кольского научного центра АН СССР, с. 83-85.

Зеликман Э.А., 1958а. О созревании гонад и плодовитости самок у массовых видов баренцевоморских эвфаузиид. - Доклады АН СССР, т. 118, вып. 1, с. 201-204.

Зеликман Э.А., 1958б. Материалы о распределении и размножении эвфаузиид в прибрежной зоне Мурмана. - Труды Мурманской биологической станции АН СССР, т. 4, с. 79-117.

Зеликман Э.А., 1961а. К планктической характеристике юго-восточного сектора Баренцева моря (по материалам августа 1958 г.). – В книге: Гидрологические и биологические особенности прибрежных вод Мурмана. Мурманск, Книжное изд., с. 39-58.

Зеликман Э.А., 1961б. О подъемах к поверхности моря баренцевоморских эвфаузиевых рачков и некоторых чертах их поведения. – В книге: Гидрологические и биологические особенности прибрежных вод Мурмана. Мурманск, Книжное изд., с. 136-152.

Зеликман Э.А., 1961в. Массовое развитие *Pseudocalanus elongatus* Boeck (Copepoda) в побережье Восточного Мурмана в 1956 г. и его причины. – В книге: Гидрологические и биологические особенности прибрежных вод Мурмана. Мурманск, Книжное изд., с. 127-135.

Зеликман Э.А., 1964. К экологии размножения массовых видов Euphausiacea в юго-восточной части Баренцева моря. - Труды Мурманского морского биологического института АН СССР, т. 6(10), с. 12-21.

Зеликман Э.А., 1966. Заметки о составе и распределении зоопланктона в юго-восточной части Баренцева моря в августе-октябре 1959 г. - Труды Мурманского морского биологического института АН СССР, т. 11(15), с. 34-49.

Зеликман Э.А., 1968. Биомасса зоопланктона и его качественный состав в Чешской губе. - Труды Мурманского морского биологического института АН СССР, т. 17(21), с. 30-36.

Зеликман Э.А., 1970. Пелагические кишечноротовые как биоиндикаторы термического режима Баренцева моря. - Тр. ПИНРО, вып. 27, с. 77-89.

Зеликман Э.А., 1982. Популяционное разнообразие баренцевоморских калянусов на примере размеров тела. - В книге: II съезд советских океанологов: Тезисы докладов. Вып. 5. Биология океана. Севастополь, с. 77-78.

Зеликман Э.А., 1977. Сообщества арктической пелагиали. - В книге: Океанология. Биология океана. Том 2. Биологическая продуктивность океана. М., Наука, с. 43-55.

Зеликман Э.А., Головкин А.Н., 1972. Особенности распределения и продуктивность зоопланктона близ птичьих базаров севера Новой Земли. - В книге: Особенности биологической продуктивности вод близ птичьих базаров севера Новой Земли. Л., Наука, с. 92-114.

Зеликман Э.А., Камшилов М.М., 1960. Многолетняя динамика биомассы планктона южной части Баренцева моря и факторы, ее определяющие. - Труды Мурманского морского биологического института АН СССР, т. 2(6), с. 68-102.

Зубова Е.Ю., 1990. Видовой состав и распределение массовых видов зоопланктона Карского моря. - В книге: Структурно-функциональная организация экосистем Баренцева моря. Апатиты, изд. Кольского научного центра АН СССР, с. 103-120.

Зубова Е.Ю., Фомин О.К., 1989. Массовые виды аппендикулярий Баренцева моря. Апатиты, изд. Кольского научного центра АН СССР, 30 с.

Ильин Г.В., Николаева Е.Н., Боровикова О.А., Широколобова О.В., Рыжов В.М., Петров В.С., Серова И.П., 1992. Современное экологическое состояние бухты Белокаменка Кольского залива и прилегающей территории (экологическая справка в связи с их промышленным освоением). Апатиты, изд. Кольского научного центра РАН, 54 с.

Камшилов М.М., 1951. Определение веса *Calanus finmarchicus* Gunner на основании измерения длины тела. - Доклады АН СССР, т. 76, вып. 6, с. 945-948.

Камшилов М.М., 1952. Цикл размножения *Calanus finmarchicus* Gunner на Восточном Мурмане. - Доклады АН СССР, т. 85, вып. 4, с. 929-932.

Камшилов М.М., 1955. Материалы по биологии *Calanus finmarchicus* Gunner Баренцева и Белого морей. - Труды Мурманской биологической станции АН СССР, т. 2, с. 62-86.

Камшилов М.М., 1958а. Продукция *Calanus finmarchicus* (Gunner) в прибрежной зоне Восточного Мурмана. - Труды Мурманской биологической станции АН СССР, т. 4, с. 45-56.

Камшилов М.М., 1958б. Материалы по биологии личинок усоногих ракообразных Восточного Мурмана. - Труды Мурманской биологической станции АН СССР, т. 4, с. 56-67.

Камшилов М.М., 1961а. Материалы по биологии *Pseudocalanus elongatus* В. Баренцева и Белого морей. – В книге: Гидрологические и биологические особенности прибрежных вод Мурмана. Мурманск, Книжное изд., с. 109-126.

Камшилов М.М., 1961б. Биология гребневиков Прибрежья Мурмана. - Труды Мурманского морского биологического института АН СССР, т. 3(7), с. 36-48.

Камшилов М.М., Зеликман Э.А., 1958. О видовом составе зоопланктона прибрежья восточного Мурмана. - Труды Мурманской биологической станции АН СССР, т. 4, с. 41-44.

Камшилов М.М., Зеликман Э.А., Роухияйнен М.И., 1958. Планктон прибрежья Мурмана. – В книге: Закономерности скоплений и миграций промысловых рыб в прибрежной зоне Мурмана и их связь с биологическими, гидрологическими и гидрохимическими процессами. М.;Л., изд. АН СССР, с. 59-101.

Кашкин Н.И., 1962. О приспособительном значении сезонных миграций *Calanus finmarchicus* (Gunnerus, 1770). - Зоологический журнал, т. 41, вып. 3, с. 342-357.

Кашкин Н.И., 1976. О макропланктоне юго-западной части Баренцева моря. - Труды ВНИРО, т. 60, с. 40-47.

Киреева Л.И., Килеженко В.П., Шаляпина Т.Н., Сакулина М.В., 1991. Влияние сточных вод промышленных и коммунальных предприятий на экосистему южного колена Кольского залива. – В книге: Антропогенное воздействие на экосистемы рыбохозяйственных водоемов Севера. Мурманск, изд. ПИНРО, с. 15-27.

Коптев А.В., Нестерова В.Н., 1983. Особенности широтного распределения летнего кормового планктона в восточных районах Баренцева моря. – В книге: Исследования биологии, морфологии и физиологии гидробионтов. Апатиты, изд. Кольского филиала АН СССР, с. 22-28.

Лелеко Т.И., 1985. Особенности зоопланктонных сообществ Обской губы.–В книге: Географические проблемы изучения и освоения арктических морей: Тезисы докладов 2 Всесоюзной конференции по географии и картографированию океана. Мурманск, май 1985 г. Л., с. 100-101.

Лещинская А.С., 1962. Зоопланктон и бентос Обской губы как кормовая база для рыб. - Труды Салехардского стационара Уральского филиала АН СССР, вып. 2, с. 1-75.

Линко А.К., 1907. Исследования над составом и жизнью планктона Баренцева моря. СПб., 247 с.

Линко А.К., 1908. Schizopoda русских северных морей. - Записки Императорской Академии Наук. Серия 8. Физико-математическое отделение, т. 18, вып. 8, с. 1-76.

Линко А.К., 1913. Зоопланктон Сибирского Ледовитого океана по сборам Русской полярной экспедиции 1900-1903 гг. – В книге: Научные результаты Русской полярной экспедиции в 1900-1903 г. Зоология. Том 2, вып. 4, с. 1-54.

Лобанова Т.М., Кулагина С.П., Кобелев В.П., Михайловский Г.Е., Зеликман Э.А., Михайловская А.А., 1983. Корреляционная структура зоопланктонного сообщества Мотовского залива Баренцева моря, ее интегральные характеристики и динамика. – В книге: Человек и биосфера. Вып. 8. М., изд. МГУ, с. 169-185.

Макаревич П.Р., Дружинина О.В., 1997. Планктон Чешской губы Баренцева моря (июль, 1994 г.): состав, распределение, структура сообществ. Апатиты, изд. Кольского научного центра, 39 с.

Мантейфель Б.П., 1938. Краткая характеристика основных закономерностей в изменениях планктона Баренцева моря. - Труды ПИНРО, вып. 1, с. 134-148.

Мантейфель Б.П., 1939. Зоопланктон прибрежных вод Западного Мурмана. - Труды ВНИРО, т. 4, с. 259-294.

Мантейфель Б., 1941. Планктон и сельдь в Баренцевом море.-Труды ПИНРО, вып. 7. С. 125-218.

Милейковский С.А., 1959. Размножение и личиночное развитие полихеты *Harmothoe imbricata* L. в Баренцевом море и других морях. - Доклады АН СССР, т. 128, вып. 2, с. 418-421.

Милейковский С.А., 1960а. О принадлежности личинки полихеты типа рострария из планктона Норвежского и Баренцева морей к виду *Euphrosyne borealis* Oersted, 1843 и всего данного типа личинок к семействам Euphrosynidae и Amphinomidae (Polychaeta, Errantia, Amphinomidae). - Доклады АН СССР, т. 134, вып. 3, с. 731-734.

Милейковский С.А., 1960б. О дальности разноса пелагических личинок донных беспозвоночных морскими течениями. На примере *Limapontia capitata* Mull. (Gastropoda Opisthobranchia) Норвежского и Баренцева морей. - Доклады АН СССР, т. 135, вып. 4, с. 965-967.

Милейковский С.А., 1960в. О размножении и личиночном развитии *Velutina velutina* (Gastropoda Prosobranchia, Lamellaridae) в Белом, Баренцевом и Норвежском морях. - Труды Мурманского морского биологического института АН СССР, т. 2(6), с. 162-171.

Милейковский С.А., 1961а. Полихеты *Sphaerosyllis erinaceus* Claparede и *Phalacrophorus pictus* Greeff в планктоне Баренцева моря. - Зоологический журнал, т. 40, вып. 7, с. 1099-1102.

Милейковский С.А., 1961б. О характере и природе глубоководных популяций эврибатных бентических видов беспозвоночных с пелагическим развитием на примере полихеты *Euphrosyne borealis* Oersted 1843 из Северной Атлантики. – Океанология, т. 1, вып. 4, с. 679-687.

Милейковский С.А., 1962а. Распространение пелагических полихет в Норвежском и Баренцевом морях. – Океанология, т. 2, вып. 6, с. 1060-1074.

Милейковский С.А., 1962б. Весенний планктон некоторых районов Норвежского и Баренцева морей (апрель-май 1959 г.). - Труды ПИНРО, вып. 14, с. 235-262.

Милейковский С.А., 1967. Личиночное развитие *Spiochaetopterus typicus* M.Sars (Polychaeta, Chaetopteridae) из Баренцева моря и систематика сем. Chaetopteridae из отряда Spiomorpha. - Доклады АН СССР, т.174, вып. 3, с. 733-736.

Милейковский С.А., 1968. Размножение морской звезды *Asterias rubens* L. в Белом, Баренцевом, Норвежском и других европейских морях. – Океанология, т. 8, вып. 4, с. 693-703.

Милейковский С.А., 1970. Историко-библиографический обзор отечественных исследований морского планктона за столетие (1860-е-1960-е годы). М., Наука, 195 с.

Михайловский Г.Е., 1986. Многолетний мониторинг мезозoopланктона Мотовского залива на системном уровне. – В книге: Мониторинг океана. М., изд. Института океанологии им. П.П. Ширшова АН СССР, с. 112-130.

Михайловский Г., 1988. Описание и оценка состояний планктонных сообществ. М., Наука, 214 с.

Мосенцова Т.Н., 1939. Сезонные изменения микропланктона в Баренцевом море. - Труды ПИНРО, вып. 4, с. 129-147.

Мухина Н.В., 1992. Результаты ихтиопланктонных съемок, выполненных в Норвежском и Баренцевом морях в 1959-1990 гг. – В книге: Экологические проблемы Баренцева моря. Мурманск, изд. ПИНРО, с. 62-102.

Мязметс А.Х., Велдрк И.Р., 1964. О качественном составе фауны планктических ракообразных Печорского залива. - Труды Мурманского морского биологического института, т. 6(10), с. 3-11.

Надеждин В.М., 1964. Гидрологический режим Печорской губы и его значение в распределении основных промысловых рыб и объектов их питания. – В книге: Материалы сессии Ученого совета ПИНРО по результатам исследований в 1962-1963 гг. Мурманск, изд. ПИНРО, с. 183-190.

Научный отчет экспедиции ММБИ «Ясногорск-95», 1996. Морские биологические и геологические исследования у ледников Новой Земли и в желобе Святой Анны. Апатиты, изд. Кольского научного центра РАН, 70 с.

Несмелова В.А., 1966. Об изменчивости длины *Calanus finmarchicus* s.l. юго-восточной части Баренцева моря. – Океанология, т. 6, вып. 3, с. 475-481.

Несмелова В.А., 1968. Динамика численности зоопланктона на Дальнезеленецком разрезе (Баренцево море) в 1964 г. – В книге: Гидробиологические исследования в прибрежных районах Баренцева моря. Л., Наука, с. 22-29.

Нестерова В.Н., 1974. Развитие планктона у северо-западного побережья Норвегии и в юго-западной части Баренцева моря в 1970 г. В книге: Материалы рыбохозяйственных исследований Северного бассейна. Вып. 21. Мурманск, изд. ПИНРО, с. 57-64.

Нестерова В.Н., 1990. Биомасса планктона на путях дрейфа личинок трески (справочный материал). Мурманск, изд. ПИНРО, 64 с.

Новоселов С.Ю., 1993. Видовой состав и распределение зоопланктона. – В книге: Гидробиологические исследования Байдарацкой губы Карского моря в 1991-1992 гг. Апатиты, изд. Кольского научного центра РАН, с. 24-30.

Павштикс Е.А., Вышкварцева Н.В., 1977. О возрастном составе и морфологических особенностях популяций *Calanus finmarchicus* s.l. у Шпицбергена и Земли Франца-Иосифа (80° с.ш.) в сентябре 1970 г. - Исследования фауны морей, вып. 14(22), с. 219-235.

Петровская М.В., 1960. К экологии многощетинковых червей Восточного Мурмана и некоторые данные о периодах их размножения и личиночных формах. - Труды Мурманского морского биологического института АН СССР, т. 1(5), с. 28-67.

Пирожников П.Л., 1985. Солоноватоводные каланоиды морей Карского и Лаптевых и особенности их ареалов. - Биология моря, вып. 5, с. 64-66.

Пономарева Л.А., 1949. Проникновение аркто-бореальной фауны в Карское море. - Доклады АН СССР, т. 65, вып. 6, с. 907-909.

Пономарева Л.А., 1957. Зоопланктон западной части Карского моря и Байдарацкой губы. - Труды Института океанологии им. П.П. Ширшова АН СССР, т. 20, с. 228-245.

Ржепишевский И.К., 1958а. Распределение и динамика численности личинок баянусов в прибрежной зоне Восточного Мурмана. - Труды Мурманской биологической станции АН СССР, т. 4, с. 68-78.

Ржепишевский И.К., 1958б. Некоторые диагностические признаки науплиусов трех видов баянусов Баренцева моря. - Доклады АН СССР, т. 120, вып. 5, с. 1159-1161.

Ржепишевский И.А., 1960а. Условия массового выхода науплиусов усонного рачка *Balanus balanoides* на Восточном Мурмане. - Труды Океанографической комиссии АН СССР, т. 10, вып. 4, с. 48-54.

Ржепишевский И.К., 1960б. Размножение усонного рачка *Balanus balanoides* на Восточном Мурмане. - Труды Мурманского морского биологического института АН СССР, т. 2(6), с. 114-136.

Россов В.В., Рыжов В.М., Дегтерева А.А., 1984. О короткопериодных изменениях гидрологических условий и их влиянии на распределение планктона. - В книге: Вопросы промысловой океанографии Северного бассейна. Мурманск, изд. ПИНРО, с. 106-121.

Россолимо Л.Л., 1927. Планктические инфузории Карского моря. - Труды Плавучего морского института, т. 2, вып. 2, с. 63-77.

Семенова Т.Н., Милейковский С.А., Несис К.Н., 1964. Морфология, распространение, сезонная встречаемость личинки офиуры *Ophiocten sericeum* (Forbes) s.l. в планктоне Северо-Западной Атлантики, Норвежского и Баренцева морей. - Океанология, т. 4, вып. 4, с. 669-683.

Смирнов Н.С., 1932. Rotatoria, собранные экспедицией на Земле Франца-Иосифа летом 1929 г. - Труды Арктического института, т. 2, с. 36-52.

Стогов И.А., Анцулевич А.Е., 1995. Зоопланктон Печорской губы Баренцева моря в августе-октябре 1994 г. - В книге: Современное состояние и перспективы исследований экосистем Баренцева, Карского морей и моря Лаптевых: Тезисы докладов международной конференции. Мурманск, с. 87-88.

Стогов И.А., Анцулевич А.Е., 1996. Зоопланктон Печорской губы Баренцева моря в 1994-95 гг. – В книге: Экологические проблемы Севера европейской территории России: Тезисы докладов. Апатиты, изд. Кольского научного центра РАН, с. 35-36.

Сушкина А.П., 1962. Планктонные организмы - индикаторы течений в фареро-исландских водах и прилежащих районах. - Труды ВНИРО, т. 46, с. 267-287.

Терещенко В.В., Несветова Г.И., Нестерова В.Н., Титов О.В., 1994. Характеристика океанографических условий и планктона в центральной широтной зоне Баренцева моря (справочный материал). Мурманск, изд. ПИНРО, 74 с.

Тимофеев С.Ф., 1983. Макропланктон Карского моря. – В книге: Исследования биологии, морфологии и физиологии гидробионтов. Апатиты, изд. Кольского филиала АН СССР, с. 17-22.

Тимофеев С.Ф., 1985. К фауне мизид Карского моря. - Зоологический журнал, т. 64, вып. 11, с. 1739-1741.

Тимофеев С.Ф., 1989а. Архитектоника пелагиали Карского моря. – В книге: Экология и биоресурсы Карского моря. Апатиты, изд. Кольского научного центра АН СССР, с. 86-93.

Тимофеев С.Ф., 1989б. Зоопланктон фронтальных зон Баренцева моря. – В книге: Жизнь и среда полярных морей. Л., Наука, с. 84-89.

Тимофеев С.Ф., 1990. Современное состояние и перспективы изучения планктонных сообществ Баренцева моря. – В книге: Экология и биологическая продуктивность Баренцева моря. М., Наука, с. 47-54.

Тимофеев С.Ф., 1992а. Зоопланктон. – В книге: Международная (американо-норвежско-российская) экологическая экспедиция в Печорское море, на Новую Землю, Колгуев, Вайгач и Долгий. Июль 1992 г. (НИС "Дальние Зеленцы"). Апатиты, изд. Кольского научного центра РАН, с. 14-21.

Тимофеев С.Ф., 1992б. Фрактальная природа размерных спектров сообщества веслоногих ракообразных (*Copepoda*) губы Ярнышной Баренцева моря. – В книге: Применение методов информатики и статистики в гидробиологических исследованиях Баренцева моря. Апатиты, Кольского научного центра РАН, с. 37-41.

Тимофеев С.Ф., 1994а. Зоопланктон губы Ярнышной (Баренцево море) в летний период (июль-август 1987 года). – В книге: Гидробиологические исследования в заливах и бухтах северных морей России. Апатиты, изд. Кольского научного центра РАН, с. 19-31.

Тимофеев С.Ф., 1994б. *Parasagitta elegans* Verrill (Chaetognatha) в водах архипелага Шпицберген. –Океанология, т. 34, вып. 6, с. 863-866.

Тимофеев С.Ф., 1995. Зоопланктон прибрежных вод. – В книге: Среда обитания и экосистемы Новой Земли. (Архипелаг и шельф). Апатиты, изд. Кольского научного центра РАН, с. 59-65.

Тимофеев С.Ф., 1996а. Экология онтогенеза эвфаузиевых ракообразных (Crustacea, Euphausiacea) северных морей. СПб., Наука, 156 с.

Тимофеев С.Ф., 1996б. Структурно-функциональный анализ планктонных сообществ южной части Баренцева моря. – В книге: Экосистемы пелагиали морей Западной Арктики. Апатиты, изд. Кольского научного центра РАН, с. 95-100.

Тимофеев С.Ф., 1997а. Высшие раки (Crustacea, Malacostraca) в планктоне Кольского залива. – В книге: Кольский залив: океанография, биология, экосистемы, поллютанты. Апатиты, изд. Кольского научного центра РАН, с. 95-100.

Тимофеев С.Ф., 1997б. Зоопланктон Баренцева моря. – В книге: Планктон морей Западной Арктики. Апатиты, изд. Кольского научного центра РАН, с. 266-295.

Тимофеев С.Ф., 1998. Популяционная структура эвфаузиид Кольского и Мотовского заливов (Баренцево море). – Океанология, т. 38, вып. 6, с. 895-900.

Тимофеев С.Ф., 1999. Личинки десятиногих раков в планктоне Мотовского и Кольского заливов. – В книге: Оптимизация использования морских биоресурсов и комплексное управление прибрежной зоной Баренцева моря: Тезисы докладов регионального семинара (г. Мурманск, 30 ноября 1999 г.). Мурманск, изд. Мурманского морского биологического института Кольского научного центра РАН, с. 90-91.

Тимофеев С.Ф., Шабан А.Ю., 1992. Зоопланктон Сторфьорда (архипелаг Шпицберген). Апатиты, изд. Кольского научного центра РАН, 36 с.

Тимофеев С.Ф., Широколобова О.В., 1993. Зоопланктон губы Кислая (Баренцево море): структурно-функциональная организация сообщества. Апатиты, изд. Кольского научного центра, 21с.

Тимофеев С.Ф., Широколобова О.В., 1995. Зоопланктон и его биоценотическое значение. – В книге: Среда обитания и экосистемы Земли Франца-Иосифа. (Архипелаг и шельф). Апатиты, изд. Кольского научного центра РАН, с. 94-100.

Тимофеев С.Ф., Широколобова О.В., 1996. Зоопланктон и его значение в системе экологического мониторинга.- В книге: Экосистемы, биоресурсы и антропогенное загрязнение Печорского моря. Апатиты, изд. Кольского научного центра РАН, с. 54-60.

Трошков В.А., 1998. Многолетняя динамика численности и биомассы зоопланктона Печорской губы Баренцева моря. – В книге: Современное состояние планктона и бентоса, проблемы сохранения биоразнообразия арктических морей: Тезисы докладов международной конференции. Мурманск, с. 102-103.

Трошков В.А., Гнетнева Л.А., 1998. К характеристике зоопланктонных сообществ юго-восточной части Баренцева моря. – В книге: Современное состояние планктона и бентоса, проблемы сохранения биоразнообразия арктических морей: Тезисы докладов международной конференции. Мурманск, с. 104-106.

Тупицкий В.В., 1976. Приповерхностный зоопланктон Дальнезалецкой губы в июне-июле 1972 - Исследования фауны морей, вып. 18(26), с. 107-120.

Фомин О.К., 1977. Структурные особенности зоопланктонного сообщества побережья Баренцева моря в весенний период. – В книге: Биология северных морей европейской части СССР. Апатиты, изд. Кольского филиала АН СССР, с. 3-15.

Фомин О.К., 1978. Некоторые динамические характеристики зоопланктона в побережье Мурмана. – В книге: Закономерности биопродукционных процессов в Баренцевом море. Апатиты, изд. Кольского филиала АН СССР, с. 72-91.

Фомин О.К., 1982. Изменчивость размеров и веса тела *Calanus finmarchicus s.l.* прибрежной зоны Восточного Мурмана. – В книге: Планктон прибрежных вод Восточного Мурмана. Апатиты, изд. Кольского филиала АН СССР, с. 47-64.

Фомин О. К., 1985. Зоопланктон: вертикальное распределение.–В книге: Жизнь и условия ее существования в пелагиали Баренцева моря. Апатиты, изд. Кольского филиала АН СССР, с.144-149.

Фомин О.К., 1989а. Некоторые структурные характеристики зоопланктона. – В книге: Экология и биоресурсы Карского моря. Апатиты, изд. Кольского научного центра АН СССР, с. 65-85.

Фомин О.К., 1989б. Структура и функционирование сообществ зоопланктона. – В книге: Жизнь и среда полярных морей. Л., Наука, с. 92-105.

Фомин О.К., 1991. Сезонная динамика численности и сезонное распределение массовых видов зоопланктона в южной части Баренцева моря. – В книге: Продукционно-деструкционные процессы пелагиали побережья Баренцева моря. Апатиты, изд. Кольского научного центра АН СССР, с. 72-80.

Фомин О.К., 1995. Роль баренцевоморского калянуса в трофической сети пелагиали моря. Апатиты, изд. Кольского научного центра РАН, 119 с.

Фомин О.К., Чиркова З.Н., 1988. Зоопланктон. – В книге: Контроль экологической ситуации в районе опытно-промышленной плантации водорослей в губе Дальнезеленецкой. Апатиты, изд. Кольского филиала АН СССР, с. 37-41.

Фомин О.К., Петров В.С., 1985. Роль природных факторов а распределении биомассы планктона в Карском море. – В книге: Природа и хозяйство Севера. Вып. 13. Мурманск, Книжное изд., с. 34-45.

Фомин О.К., Савинов В.М., Бобров Ю.А., 1984. Пространственное распределение биомассы планктона в Карском море. Биологические науки, вып. 11, с. 54-59.

Хмызникова В.Л., 1931. Материалы к изучению зоопланктона Маточкина Шара и прибрежных районов Новой Земли. - Исследование морей СССР, вып. 12, с. 131-150.

Хмызникова В.Л., 1935. Некоторые данные о зоопланктоне Восточных проливов и северной части Карского моря. - Труды Таймырской гидрографической экспедиции, т. 2, с. 175-190.

Хмызникова В.Л., 1936а. Зоопланктон Карского моря как биологический показатель течений. – В книге: Северный морской путь. Вып. 4. Л., изд. Главсевморпуть, с. 68-75.

Хмызникова В.Л., 1936б. Зоопланктон южной и юго-восточной части Карского моря. - Исследование морей СССР, вып. 24, с. 232-285.

Хмызникова В.Л., 1946. Распределение зоопланктона в юго-западной части Карского моря. - Труды Арктического научно-исследовательского института, т. 193, с. 5-43.

Численко Л.Л., 1972а. Видовой состав и распределение экологических комплексов зоопланктона в Енисейском заливе. - Исследования фауны морей, вып. 12(20), с. 239-260.

Численко Л.Л., 1972б. Зоопланктон бухты Диксон (Карское море). - Исследования фауны морей, вып. 12(20), с. 228-238.

Чуксина Н.А., 1970. Видовой состав и биомасса зоопланктона Коровинской губы и проливов в дельте Печоры. – В книге: Материалы рыбохозяйственных исследований Северного бассейна. Вып. 13. Мурманск, изд. ПИНРО, с. 59-68.

Чуксина Н.А., 1971. Зоопланктон Печорского залива по материалам 1967 и 1968 гг. – В книге: Материалы рыбохозяйственных исследований Северного бассейна. Вып. 18. Мурманск, изд. ПИНРО, с. 21-28.

Широколобова О.В., 1994. Исследования зоопланктона. – В книге: Экологические исследования зоны промышленного освоения Штокмановского газоконденсатного месторождения на шельфе Баренцева моря. (Материалы экспедиционных исследований НИС "Дальние Зеленцы", июнь 1993 г.). Апатиты, изд. Кольского научного центра РАН, с. 24-29.

Широколобова О.В., 1996. Зоопланктон губы Кислая (Баренцево море): структурно-функциональная организация сообщества. – В книге: Экосистемы пелагиали морей Западной Арктики. Апатиты, изд. Кольского научного центра РАН, с. 84-94.

Шувалов В.С., Павштик Е.А., 1977. Состав и распределение приповерхностного зоопланктона (гипонейстона) в районе Земли Франца-Иосифа. - Исследование фауны морей, вып. 14(22), с. 55-71.

Юданова О.Н., 1940. Химический состав *Calanus finmarchicus* Баренцева моря. - Доклады АН СССР, т. 29, вып. 3, с. 218-224.

Яшнов В.А., 1927. Зоопланктон Карского моря. - Труды Плавучего морского института, т. 2, вып. 2, с. 3-59.

Яшнов В.А., 1939а. Смена поколений и сезонные изменения в распределении возрастных стадий *Calanus finmarchicus* Баренцева моря. - Труды ВНИРО, т. 4, с. 225-244.

Яшнов В.А., 1939б. Планктическая продуктивность юго-западной части Баренцева моря. - Труды ВНИРО, т. 4, с. 201-224.

Яшнов В.А., 1940. Планктическая продуктивность северных морей СССР. М., изд. МОИП, 85 с.

Яшнов В.А., 1955. Морфология, распределение и систематика *Calanus finmarchicus s.l.* - Зоологический журнал, т. 34, вып. 6, с. 1210-1223.

Яшнов В.А., 1957. Сравнительная морфология видов *Calanus finmarchicus s.l.* - Зоологический журнал, т. 36, вып. 2, с. 191-198.

Яшнов В.А., 1958. Происхождение видов *Calanus finmarchicus s.l.* - Зоологический журнал, т. 37, вып. 6, с. 838-844.

Яшнов В.А., 1961. Водные массы и планктон. 1. Виды *Calanus finmarchicus s.l.* как индикаторы определенных водных масс. - Зоологический журнал, т. 40, вып. 9, с. 1314-1334.

Яшнов В.А., 1966. Водные массы и планктон. 4. *Calanus finmarchicus* и *Dimophyes arctica* как индикаторы атлантических вод в Полярном бассейне. - Океанология, т. 6, вып. 3, с. 493-503.

Carmack E.C., Aagaard K., Swift J.H., MacDonald R.W., McLaughlin F.A., Jones E.P., Perkin R.G., Smith J.N., Ellis K.M., Killius L.R., 1997. Changes in temperature and tracer distributions within the Arctic Ocean: results from the 1994 Arctic Ocean section. - Deep Sea Research. Part II, 44, 1487-1502.

Dalpadado P., Borkner N., Skjoldal H.R., 1994. Distribution and life history of *Themisto* (Amphipoda) spp., north of 73° N in the Barents Sea. - Fisken og Havet, 12, 1-42.

Dalpadado P., Skjoldal H.R., 1995. Distribution and life cycle of krill north of 73° N in the Barents Sea, 1984-1992. - Fisken og Havet, 16, 1-50.

Frost B.W., 1974. *Calanus marshallae*, a new species of calanoid copepod closely allied to the sibling species *C. finmarchicus* and *C. glacialis*. - Marine Biology, 26, 77-99.

Hopkins C.C.E., 1981. Ecological investigations on the zooplankton community of Balsfjorden, northern Norway: changes in zooplankton abundance and biomass in relation to phytoplankton and hydrography, March 1976 - February 1977. - Kieler Meeresforschung, 5, 124-139.

Koszteyn J., Timofeev S., Weslawski J.M., Malinga B., 1995. Size structure of *Themisto abyssorum* Boeck and *Themisto libellula* (Mandt) populations in European Arctic seas. - Polar Biology, 15, 85-92.

Morison J., Steele M., Andersen R., 1998. Hydrography of the upper Arctic Ocean measured from the nuclear submarine U.S.S. *Pargo*. - Deep Sea Research. Part I, 45, 15-38.

Mumm N., 1991. Zur sommerlichen Verteilung des Mesozooplanktons im Nansen-Becken, Nordpolarmeer. - Berichte zur Polarforschung, 92, 1-146.

Rey F., Skjoldal H.R., Slagstad D., 1987. Primary production in relation to climatic changes in the Barents sea. - In: "The effect of oceanographic conditions on distribution and population dynamics of commercial fish stocks in the Barents Sea". Loeng H. (ed.) Proceedings of the Third Soviet-Norwegian Symposium, Murmansk, 26-28 May 1986. Bergen, Institute of Marine Research, 29-46.

Sakshaug E., Hopkins C.C.E., Øritsland N.A. (eds.), 1991. Proceedings of the Pro Mare Symposium on Polar Marine Ecology, Trondheim, Norway, 12-16 May 1990. Polar Research, 10, 662 pp.

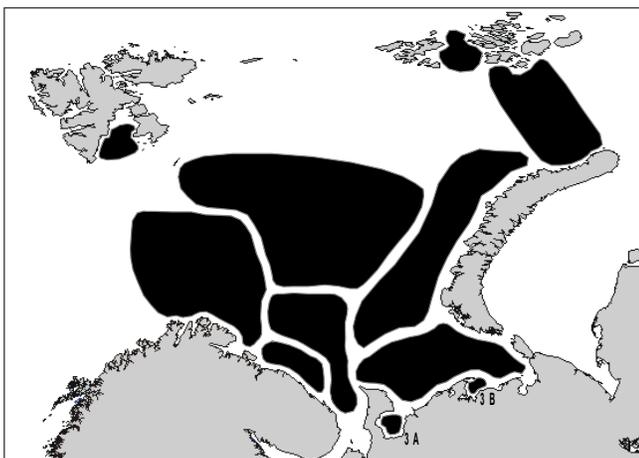
Skjoldal H.R., Hopkins C.C.E., Erikstad K.E., Leinaas H.P. (eds.), 1995. Ecology of fjords and coastal waters: Proceedings of the Mare Nor Symposium on the Ecology of Fjords and Coastal Waters, Tromsø, Norway, 5-9 December, 1994. Amsterdam e.a., Elsevier, 623 pp.

Timofeev S.F., 1990. Distribution and life cycle peculiarities of *Parasagitta elegans* Verrill (Chaetognatha) in the South-West part of the Kara Sea. - Polish Archive Hydrobiology, 37, 461-468.

Timofeev S.F., 1992. Zooplankton: Size distribution and community structure. - Berichte zur Polarforschung, 115, 63-66.

Timofeev S.F., 1998. Meroplankton in Spitsbergen waters. - Berichte zur Polarforschung, 287, 74-79.

Зоопланктон: обзор публикаций по районам



Район 1. Западная часть Баренцева моря

Период	Краткое содержание работы	Источник
1903-1904	Список видов, сезонная динамика видового состава	Линко, 1907
1921	Список и биогеографическая характеристика массовых видов	Виркетис, 1928
1926-1931	Биомасса, продукция	Яшнов, 1940
1929-1930	Биомасса, продукция, обилие массовых видов	Яшнов, 1939б
1930	Химический состав <i>Calanus finmarchicus</i>	Виноградов, 1938
1930	Популяционная структура <i>Calanus finmarchicus</i>	Яшнов, 1939а
1930	Размерно-возрастная структура Chaetognatha и Euphausiacea	Богоров, 1940б
1930	Размерно-возрастная структура популяции гипериид	Богоров, 1940в
1931-1939	Биомасса, сезонное развитие, вертикальное распределение	Мантейфель, 1941
1933-1938	Экология эвфаузиид, гипериид и щетинкочелюстных	Болдовский, 1941
1934-1935	Сезонное развитие зоопланктона	Мантейфель, 1938
1934-1970	Биомасса	Антипова и др., 1974
1937	Сезонное развитие зоопланктона	Мосенцова, 1939
1957-1959	Встречаемость, морфология личинок полихет (Polychaeta)	Милейковский, 1960а
1957-1960	Морфология личинок полихет (Polychaeta)	Милейковский, 1967
1958	Распределение, обилие, морфология личинок полихет	Милейковский, 1959
1958-1959	Распределение личинок брюхоногих моллюсков (Gastropoda)	Милейковский, 1960б
1958-1959	Встречаемость полихет (Polychaeta) в планктоне	Милейковский, 1961а
1958-1959	Биомасса, структура популяции <i>Calanus finmarchicus</i>	Дегтерева, 1960
1958-1960	Встречаемость пелагических полихет (Polychaeta)	Милейковский, 1962а
1958-1960	Встречаемость личинок морских звезд (Echinodermata)	Милейковский, 1968
1958-1962	Встречаемость, морфология личинок офиур (Echinodermata)	Семенова и др., 1964
1959	Встречаемость личинок полихет (Polychaeta)	Милейковский, 1961б
1959	Биомасса, структура популяции <i>Calanus finmarchicus</i>	Милейковский, 1962б
1959-1961	Биомасса, структура популяции <i>Calanus finmarchicus</i>	Дегтерева, 1964
1959-1969	Биомасса, обилие <i>Calanus finmarchicus</i>	Дегтерева, 1973
1959-1977	Биомасса, обилие массовых видов	Дегтерева, 1979
1959-1983	Биомасса, обилие массовых видов	Дегтерева, Нестерова, 1985
1959-1990	Биомасса	Нестерова, 1990
1962-1963	Биомасса, структура популяции <i>Calanus finmarchicus</i>	Дегтерева, 1971
1965-1968	Биомасса, структура популяции <i>Calanus finmarchicus</i>	Дегтерева, 1972
1970	Биомасса, обилие массовых видов, структура популяции калянуса	Нестерова, 1974
1972	Обилие, вертикальное распределение крупных форм	Кашкин, 1976
1980-1988	Обилие гипериид (<i>Themisto sp.</i>)	Дробышева, Нестерова, 1992
1982	Сезонная динамика биомассы	Тимофеев, 1989б
	Морфология, распределение личинок брюхоногих моллюсков	Милейковский, 1960в

Район 2. Прибрежная зона Кольского полуострова

Период	Краткое содержание работы	Источник
1899-1909	Кольского залива: список видов, сезонная динамика видового состава	Дерюгин, 1915
1903-1904	Список видов, сезонная динамика видового состава	Линко, 1907
1920-1930	Список видов зоопланктона Мотовского залива	Виркетис, 1931
1930-1931	Химический состав <i>Calanus finmarchicus</i>	Виноградов, 1938
1932	Сезонная динамика биомассы в планктоне Кольского залива	Мантейфель, 1941
1949-1951	Сезонная динамика популяционной структуры <i>Pseudocalanus elongates</i>	Камшилов, 1961а
1949-1951	Сезонная динамика популяционной структуры <i>Calanus finmarchicus</i>	Камшилов, 1955
1949-1952	Распределение и динамика численности личинок усконогих рачков	Камшилов, 1958б
1950-1951	Сезонная динамика популяционной структуры <i>Calanus finmarchicus</i>	Камшилов, 1952
1950-1960	Распределение и динамика численности личинок усконогих рачков	Ржепишевский, 1958а
1951	Длина тела и сырой вес <i>Calanus Finmarchicus</i>	Камшилов, 1951
1952-1956	Сезонная динамика биомассы, в том числе отдельно для калянуса	Камшилов и др., 1958
1952-1956	Обилие, распределение, питание, рост гребневиков (<i>Stenophora</i>)	Камшилов, 1961б
1953-1959	Сезонная динамика обилия <i>Calanus Finmarchicus</i>	Головкин, Зеликман, 1965
1953-1959	Обилие медуз, сифонофор, гребневиков	Зеликман, 1970
1954-1955	Список видов, определительная таблица и сезонная динамика планктонных личинок Polychaeta	Петровская, 1960
1954-1957	Список видов, сезонная динамика таксономического состава зоопланктона Мотовского залива	Лобанов и др., 1983; Михайловский, 1986,1988
1954-1959	Сезонная динамика биомассы	Тимофеев, 1997б
1955-1959	Популяционная структура калянуса	Несмелова, 1966
1956	Распределение и обилие <i>Pseudocalanus elongatus</i>	Зеликман, 1961в
1956-1959	Распределение биомассы по акватории, сезонная динамика биомас-сы. Биомасса калянуса, межгодовая изменчивость биомассы	Зеликман, Камшилов, 1960
1958-1959	Встречаемость полихет (Polychaeta) в планктоне	Милейковский, 1961а
1958-1960	Встречаемость личинок морских звезд (<i>Echinodermata</i>)	Милейковский, 1968
1964	Сезонная динамика биомассы, в том числе <i>Calanus finmarchicus</i>	Несмелова, 1968
1972	Список видов, обилие и вертикальное распределение в слое 0-45 см	Тупицкий, 1976
1976	Обилие, вертикальное распределение массовых видов весной, зимой	Фомин, 1977
1976-1977	Список видов, сезонная динамика биомассы и обилия массовых видов	Фомин, 1978
1976-1977	Длина тела и сырой вес <i>Calanus finmarchicus</i>	Фомин, 1982
1976-1977	Биологические сезоны, сезонные вертикальные миграции калянуса	Фомин, 1985
1976-1977	Сезонная динамика видового состава	Фомин, 1989б
1976-1984	Сезонная динамика обилия массовых видов, в том числе калянуса	Фомин, 1991
1976-1985	Распределение, обилие и биология аппендикулярий	Зубова, Фомин, 1989
1976-1984	Популяционная биология <i>Calanus finmarchicus</i>	Фомин, 1995
1979-1984	Сезонная, многолетняя динамика биомассы зоопланктона Кольск. Зал	Глухов и др., 1992
1982-1984	Структура популяции гипериды <i>Themisto abyssorum</i>	Kosztajn et al., 1995
1983-1984	Сезонная динамика обилия, в том числе <i>Calanus finmarchicus</i>	Фомин, Чиркова, 1988
1983-1984	Сезонная динамика видового состава	Дружков, Фомин, 1991
1986-1990	Биомасса зоопланктона Кольского залива	Киреева и др., 1991
1987	Видовой состав, биогеографическая и экологическая характеристика, особенности биологии массовых видов	Тимофеев, 1994а
1987-1988	Размерный состав сообщества веслоногих рачков	Тимофеев, 1992б
1990	Видовой состав, обилие, вертикальное распределение, трофическая структура зоопланктона губы Кислая (Мотовский залив)	Тимофеев, Широколобова, 1993
1990	Видовой состав, обилие, вертикальное распределение, трофическая структура зоопланктона губы Кислая (Мотовский залив)	Широколобова, 1996
1991	Видовой состав, обилие зоопланктона в Кольском заливе	Ильин и др., 1992
1995	Обилие, популяционная структура эвфаузиид, амфипод-гиперид и личинок десятиногих раков в планктоне Кольского залива	Тимофеев, 1997а
1996	Видовой состав, обилие зоопланктона Мотовского залива	Дружинина, 1997
1996	Обилие и размерный состав личинок десятиногих раков Кольск. Зал.	Тимофеев, 1999
	Список видов	Камшилов, Зеликман, 1958
	Структурно-функциональная организация сообщества	Тимофеев, 1990,1996б

Район 3. Печорское море

Период	Краткое содержание работы	Источник
1924	Суточное вертикальное распределение веслоногих рачков	Богоров, 1932, 1938б
1924	Длина тела и сырой вес <i>Calanus finmarchicus</i>	Богоров, 1933
1958	Список видов, биомасса, обилие массовых видов	Зеликман, 1961а
1958	Список видов зоопланктонных организмов, обнаруженных в желудках сайки (<i>Boreogadus saida</i>)	Белова, Тарвердиева, 1964
1959	Биомасса, обилие массовых видов	Зеликман, 1966
1978	Биомасса, обилие массовых видов	Коптев, Нестерова, 1983
1983-1984	Распределение и обилие науплиусов и копепоидитных стадий веслоногих рачков	Боркин, Нестерова, 1990
1992	Объем (мм ³ /м ³) проб зоопланктона	Тимофеев, 1992а
	Список видов, биомасса	Тимофеев, 1995
1992-1996	Биомасса	Трошков, Гнетнева, 1998
	Список видов, биомасса	Тимофеев, Широколобова, 1996

Район 3А. Чешская губа

Период	Краткое содержание работы	Источник
1925-1926	Список видов	Виркетис, Киселев, 1933
1958	Биомасса, распределение массовых видов	Зеликман, 1961а
1959	Биомасса, распределение массовых видов	Зеликман, 1966
1964	Биомасса	Зеликман, 1968
1992-1996	Биомасса	Трошков, Гнетнева, 1998
1994	Список видов, биомасса, обилие массовых видов, соотношение голо- и меропланктонных форм	Макаревич, Дружинина, 1997

Район 3В. Печорский залив

Период	Краткое содержание работы	Источник
1958	Список видов планктонных ракообразных	Мяэметс, Велдре, 1964
1961-1983	Биомасса для лет с различным термическим режимом	Залесских, 1986
1963	Список видов, обилие массовых видов	Надеждин, 1964
1964-1966	Список видов, биомасса	Чуксина, 1970
1967-1968	Биомасса, обилие массовых видов	Чуксина, 1971
1972-1978	Биомасса для лет с различным термическим режимом	Залесских, 1990
1992-1995	Биомасса	Трошков, 1998
1992-1996	Биомасса	Трошков, Гнетнева, 1998
1994	Биомасса, обилие	Стогов, Анцулевич, 1995
1994-1995	Биомасса, обилие	Стогов, Анцулевич, 1996

Район 4. Восточная часть Баренцева моря

Период	Краткое содержание работы	Источник
1967	Список видов, биомасса, обилие и распределение массовых видов	Зеликман, Головкин, 1972
1978	Биомасса, обилие и распределение массовых видов	Коптев, Нестерова, 1983
1983-1984	Биомасса, обилие и распределение массовых видов Список видов, биомасса	Боркин, Нестерова, 1990 Тимофеев, 1995

Район 5. Земля Франца-Иосифа

Период	Краткое содержание работы	Источник
1929	Список видов	Бернштейн, 1932
1929	Новые виды морских коловраток (<i>Rotatoria</i>)	Смирнов, 1932
1970	Список видов, биомасса, обилие массовых видов в слое 0-45 см	Шувалов, Павштикс, 1977
1970	Биомасса, обилие, возрастной состав и морфология <i>Calanus glacialis</i> и <i>Calanus finmarchicus</i> Список видов, биомасса	Павштикс, Вышкварцева, 1977 Тимофеев, Широко- лобова, 1993

Район 5А. Северо-восточная часть Баренцева моря

Период	Краткое содержание работы	Источник
1929	Список видов	Бернштейн, 1932
1930	Список видов	Бернштейн, 1934

Район 6. Стор-фьорд

Период	Краткое содержание работы	Источник
1991	Размерная структура сообщества веслоногих рачков	Тимофеев, 1992
1991	Меропланктон	Тимофеев, Шабан, 1992 1992
1991	Размерно-возрастная структура популяции <i>Parasagitta elegans</i>	Тимофеев, 1994б
1991	Меропланктон	Тимофеев, 1998

Район 7. Южная часть Баренцева моря

Период	Краткое содержание работы	Источник
1959	Биомасса, обилие и распределение массовых видов	Зеликман, 1966
1982	Суточное вертикальное распределение	Россов и др., 1984
1982-1993	Биомасса	Терещенко и др., 1994
1993	Распределение, обилие массовых видов	Широколобова, 1994

Район 8. Центральная часть Баренцева моря

Период	Краткое содержание работы	Источник
1959	Биомасса, обилие и распределение массовых видов	Зеликман, 1966
1993	Распределение, обилие массовых видов	Широколобова, 1994

Приложение А3. Зообентос

Антипова Т.В., 1975. Распределение биомассы бентоса Баренцева моря. - Труды ПИНРО, вып. 35, с.121-124.

Антипова Т.В., Денисенко Н.В., Семенов В.Н., 1989. Распространение видов бентоса и вопросы биогеографического районирования северных морей. – В книге: Жизнь и среда полярных морей. Л., Наука, с. 146-157.

Беренбойм Б.И., 1992. Северная креветка Баренцева моря (биология и промысел). Мурманск, изд. ПИНРО, 136 с.

Биоценозы шельфа Земли Франца-Иосифа и фауна сопредельных акваторий, 1977. Л., Наука, 470 с.

Броцкая В.А., Зенкевич Л.А., 1939. Количественный учет донной фауны Баренцева моря. - Труды. ВНИРО, т. 4, с. 3-150.

Брызгин В.Ф., 1981. Глубоководная креветка Баренцева моря (биология, распределение и промысел). Мурманск, Книжное изд., 72. с.

Галкин Ю.И., 1964. Многолетние изменения в распределении двустворчатых моллюсков в южной части Баренцева моря. - Труды Мурманского морского биологического института АН СССР, т. 6(10), с. 22-40.

Галкин Ю.И., 1979. История исследования донной фауны Баренцева моря. – В книге: Экология донного населения шельфовой зоны. М., изд. Института океанологии им. П.П.Ширшова АН СССР, с. 112-127.

Галкин Ю.И., 1984. О путях расширения ареалов бореальных видов в процессе "потепления Арктики" (на примере моллюска *Iothia fulva* - *Gastropoda: Lepetidae*). – В книге: Бентос Баренцева моря. Апатиты, изд. Кольского научного центра АН СССР, с.11-32.

Гидробиологические исследования в заливах и бухтах северных морей России, 1994. Апатиты, изд. Кольского научного центра РАН, 175 с.

Голиков А.Н., 1980. Моллюски *Vaccinidae* Мирового океана. Фауна СССР. Т. 5. Вып. 2. Л., Наука, 465 с.

Голиков А.Н., Аверинцев В.Г., 1977. Особенности некоторых донных экосистем в южной части Баренцева моря и у мыса Желания (Новая Земля). - Биология моря, вып. 2, с. 63-73.

Голиков А.Н., Анисимова Н.А., Голиков А.А., Денисенко Н.В., Каптилина Т.В., Меншуткин В.В., Меншуткина Т.В., Новиков О.К., Пантелеева Н.Н., Фролова Е.Н., 1993. Донные сообщества и биоценозы губы Ярнышной Баренцева моря и их сезонная динамика. Апатиты, изд. Кольского научного центра РАН. 56 с.

Гуревич В.И., Казаков Н., 1989. Временные методические рекомендации по ландшафтно-экологическому картированию при геологической съемке шельфа. Л., изд. ПГО Севморгеология, 41 с.
Гурьянова Е.Ф., 1947. Условия жизни в Белом море. - Рыбное хозяйство Карело-Финской ССР, вып. 6, с. 61-73.

Денисенко С.Г., 1988. Исландский гребешок - новый перспективно-промысловый объект в Баренцевом море (оперативно-информационный материал). Апатиты, изд. Кольского филиала АН СССР, 46 с.

Денисенко С.Г., 1999. Многолетние изменения донной фауны Баренцева моря и гидрологические флюктуации вдоль разреза "Кольский меридиан". - В книге: Материалы симпозиума, посвященного 100-летию океанографических наблюдений на разрезе "Кольский меридиан". Мурманск, изд. ПИНРО (в печати).

Денисенко С.Г., Близниченко Т.Э., 1989. Ресурсы исландского гребешка в Баренцевом море и возможности их использования. Апатиты, изд. Кольского научного центра АН СССР. 21 с.

Денисенко С.Г., Луппова Е.Н., Денисенко Н.В., Алексеев В.В., Касабов Ю.А., Фролова Е.А., 1995. Количественное распределение бентоса и структура донных сообществ на Приновоземельском шельфе Баренцева моря. - В книге: Среда обитания и экосистемы новой Земли (архипелаг и шельф). Апатиты, изд. Кольского научного центра РАН, с. 66-79.

Дерюгин К.М., 1915. Фауна Кольского залива и условия ее существования. - Записки Императорской Академии Наук, т. 8, сер. 24, с. 1-929.

Дерюгин К.М., 1924. Баренцево море по Кольскому меридиану (33°30' в.д.). - Труды Северной научно-промысловой экспедиции, вып. 19, с. 3-103.

Жуков Е.И., 1988. Экология массовых видов макробентоса илистопесчаной литорали Баренцева моря: Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата биологических наук (гидробиология). Л., изд. Зоологического института АН СССР, 21 с.

Зацепин В.И., 1962. Сообщества фауны донных беспозвоночных Мурманского побережья Баренцева моря и их связь с сообществами Северной Атлантики. Часть 1.-Тр. ВГБО, т. 12, с. 245-334.

Зацепин В.И., Риттих Л.А., 1968а. Количественное распределение донной фауны и различных ее экологических групп в районе Мурманского побережья Баренцева моря. Некоторые проблемы гидробиологии. - Труды МОИП, т. 30, с. 49-82.

Зацепин В.И., Риттих Л.А., 1968б. Количественное распределение основных трофических групп донных беспозвоночных в Баренцевом море. - Труды ПИНРО, вып. 23, с. 527-545.

Зенкевич Л.А., 1963. Биология морей СССР. М., изд. АН СССР, 739 с.

Золотарев В., 1989. Склерохронология морских двустворчатых моллюсков. К, Наук. думка, 112 с.

Золотарев В.Н., Игнатъев А.В., 1977. Сезонные изменения толщины основных слоев и температуры роста раковин морских моллюсков. - Биология моря, вып. 5, с. 40-47.

Книпович Н.М., 1902. Экспедиция для научно-промысловых исследований у берегов Мурмана. Том 1. СПб., изд. Товарищества художественной печати, 635 с.

Книпович Н.М., 1904. Экспедиция для научно-промысловых исследований у берегов Мурмана. Том 2. СПб., изд. Товарищества художественной печати, 112 с.

Кузнецов А., 1970. Закономерности распределения пищевых группировок донных беспозвоночных в Баренцевом море.-Труды Института океанологии им. П.П.Ширшова АН СССР, т. 88, с. 5-81.

Кузнецов В.В., Матвеева Т., 1948. Материалы к биоэкологической характеристике морских беспозвоночных восточного Мурмана.-Труды Мурманской биологической станции , т. 1, с. 242-260.

Несис К., 1960. Изменения донной фауны Баренцева моря под влиянием колебаний гидрологического режима (На разрезе по Кольскому меридиану). – В книге: Советские рыбохозяйственные исследования в морях Европейского Севера. М., изд. журнала «Рыбное хозяйство», с.129-137.

Озерецковский Н, 1804. Описание Колы и Астрахани. СПб., Императорская Академия Наук, 131с.

Пергамент Т.С., 1957. Распределение бентоса в прибрежной зоне восточного Мурмана. - Труды Мурманской биологической станции АН СССР, т. 3, с. 75-89.

Пропп М.В., 1966. Донные сообщества ламинарий и литотамния в верхней сублиторали Восточного Мурмана. - Труды Мурманского морского биологического института, т. 11(15), с. 92-114.

Пушкин А.Ф., 1968. Донные сообщества Чешской губы. - Труды Мурманского морского биологического института АН СССР, т. 17(21), с. 47-57.

Семенов В.Н., 1991. Губа Кислая, ее растительность и население до и после зарегулирования. – В книге: Экологическая ситуация и охрана флоры и фауны Баренцева моря. Апатиты, изд. Кольского научного центра АН СССР, с. 126-137.

Скарлато О.А., 1981. Двустворчатые моллюски умеренных широт западной части Тихого океана. Определители по фауне СССР, издаваемые Зоологическим институтом Академии наук СССР. №126. Л., Наука, 480 с.

Стрельцов В.Е., Агарова И.Я., Гуревич В.И., Павлова Л.Г., 1974. Экологическая структура песчаной литорали в одной из бухт Восточного Мурмана. – В книге: Донные отложения и биогеоценозы Баренцева и Белого морей. Апатиты, изд. Кольского филиала АН СССР, с. 142-158.

Танасийчук Н.П., 1927. Зоологические результаты рейса до 75° с.ш. по Кольскому меридиану в августе 1925 г. - Доклады АН СССР, вып. 21, с. 359-363.

Турпаева Е.П., 1948. Питание некоторых донных беспозвоночных Баренцева моря. – Зоологический журнал, т.27, вып. 6, с. 503-512.

Филатова З.А., 1938. Количественный учет донной фауны юго-западной части Баренцева моря. - Труды ПИНРО, вып. 2, с. 3-58.,

Чемерисина В.Т., 1948. К зоогеографии Баренцева моря. - Труды Мурманской биологической станции АН СССР, т. 1, с. 293-298.

Шорыгин А.А., 1928. Иголкожие Баренцева моря. - Труды Морского научного института, т. 3, вып. 4, с. 1-128.

Averintzev V.G., 1993. Communities of the Franz Josef Land shallows. – In: "Environment and ecosystems of Franz Josef Land (Archipelago and shelf)". Apatity, Kola Scientific Center, 142-171.

Balcker R.W., 1957. Benthic animals as indicators of hydrographic conditions and climatic changes in Svalbard waters. - Fish. Invest. Ser. 2, 20, 1-49.

Balcker R.W., 1965. Recent changes in the benthos of the West Spitsbergen fishin grounds. - Spec. Publ. Intern. Com. North-West Atl. Fish., 6, 791-794.

Clark, G.: 1974. Growth lines in invertebrate skeletons. *Annu. Rev. Earth. Plan. Sci.*, 2. p. 77-99.

Denisenko S.G., Denisenko N.V., Frolova Ye.A., Sandler H., Dahle S., 1997. Current state of bottom fauna and structure of bottom communities in the Pechora Sea. – In: "Natural conditions of the Kara and Barents Sea". Proceedings of the Russian- Norwegian workshop – 95. Oslo, 390-394.

Galkin Yu. I., 1998. Long-term changes in the distribution of molluscs in the Barents Sea related to the climate. -Berichte zur Polarforschung, 287, 100-143.

Luppova E.N., Anisimova N.A., Denisenko N.V., Frolova E.A., 1993. The bottom biocenoses of Franz Josef Land. – In: "Environment and ecosystems of Franz Josef Land (Archipelago and shelf)". Apatity, Kola Scientific Center RAN, 118-142.

Thorson G., 1950. Reproductive and larval ecology of marine bottom invertebrates. - Reprinted from *Biological reviews*, 25, 45 pp.

Appendix B. Lists of plankton taxa

Appendix **B** contains examples of lists of phytoplankton and zooplankton taxa names. Full lists of phytoplankton and zooplankton taxa of the Barents and Kara seas are available on the CD-ROM.

Appendix B1. Phytoplankton

Tables contain scientific names and synonyms according to modern botanical taxonomy. Each taxon provided with its biomass value, its ecological and phytogeographical characteristics, as well as its corresponding ITIS (Integrated Taxonomic Information System):

<http://www.itis.usda.gov/plantproj/itis/index.html>,

NODC (National Oceanographic Data Center) code (CD-ROM: NODC Taxonomic Code, Ver. 8.0, 1996) and Taxonomic Serial Numbers (TSN). On CD-ROM contains taxonomic list in alphabetic order and systematic classification table. This Example made for the Chlorophycota systematic group.

Taxonomic Name	Author	Mass (ug)	PG	EG	NODC Code	TSN
Chlorophycota					8	5413
Ankistrodesmus convolutus	Corda	0.000098		F	803050703	5887
Chlamydomonas	Ehrenberg	0.000607		F	8020204	5448
Dunaliella tertiolecta	Butcher	0.00216	A	N	802010203	189433
Hexasterias problematica	Cleve	0.00088	B	O	1003010101	9576
Pandorina morum	Bory	0.0077	A	N	802030202	5580
Volvox morum (syn)	O. F. Mueller	0.0077	A	N	802030202	5581
Scenedesmus quadricauda	(Turpin) Brebisson	0.00012		F	803090203	6110

PG - phytogeographical groups:

- A - arcto-boreal;
- B - boreal;
- C - cosmopolitan species.

EG - ecological groups:

- O - oceanic;
- P - panthalassic;
- N - neritic;
- M - typical microphytobenthic;
- F - freshwater species.

syn - synonym a previous name for a currently recognized taxon. A single taxon may have more than one common name.

Appendix B2. Zooplankton

Taxonomic search organized as a collection of tables composed by systematic groups (SG). Each taxon provided with its corresponding ITIS (Integrated Taxonomic Information System):

<http://www.itis.usda.gov/plantproj/itis/index.html>),

NODC (National Oceanographic Data Center) code (CD-ROM: NODC Taxonomic Code, Ver. 8.0, 1996) and Taxonomic Serial Numbers (TSN). On CD-ROM contains taxonomic list in alphabetic order and systematic classification table. This example made for the fragment of alphabetic order table.

Taxonomic Name	Author	NODC Code	TSN	SG
Meganyctiphanes norvegica	(M. Sars, 1857)	6174020201	95534	Crustacea
Melicertum octocostatum	(M. Sars, 1835)	3704100402	50547	Coelenterata
Mertensia ovum	(Fabricius, 1780)	3802020101	53881	Ctenophora
Mesochra lilljeborgi	Boeck, 1865	6119290301	88183	Crustacea
Metacylis annulata				Protozoa
Metacylis vitreoides				Protozoa
Metridia longa	(Lubbock, 1854)	6118160212	85746	Crustacea
Metridia lucens	Boeck, 1864	6118160207	85741	Crustacea
Microcalanus pusillus	(Sars, 1903)	6118050401	85367	Crustacea
Microcalanus pygmaeus	(G.O.Sars, 1900)	6118050402	85368	Crustacea
Microsetella norvegica	(Boeck, 1864)	6119090101	86209	Crustacea
Mitraria				Benthic larvae
Mitrocomella cruciata	(A. Agassiz, 1865)	3704080602	50454	Coelenterata
Mitrocomella polydiademata	(Romanes, 1876)	3704080605	50459	Coelenterata
Monstrilla longicornis	I. C. Thompson, 1890	6122020106	88998	Crustacea
Monstrillopsis dubia	Scott, 1899			Crustacea
Mormonilla polaris	Sars, 1900			Crustacea
Mysis oculata	(Fabricius, 1780)	6153011403	90044	Crustacea

Appendix C. Data distributions

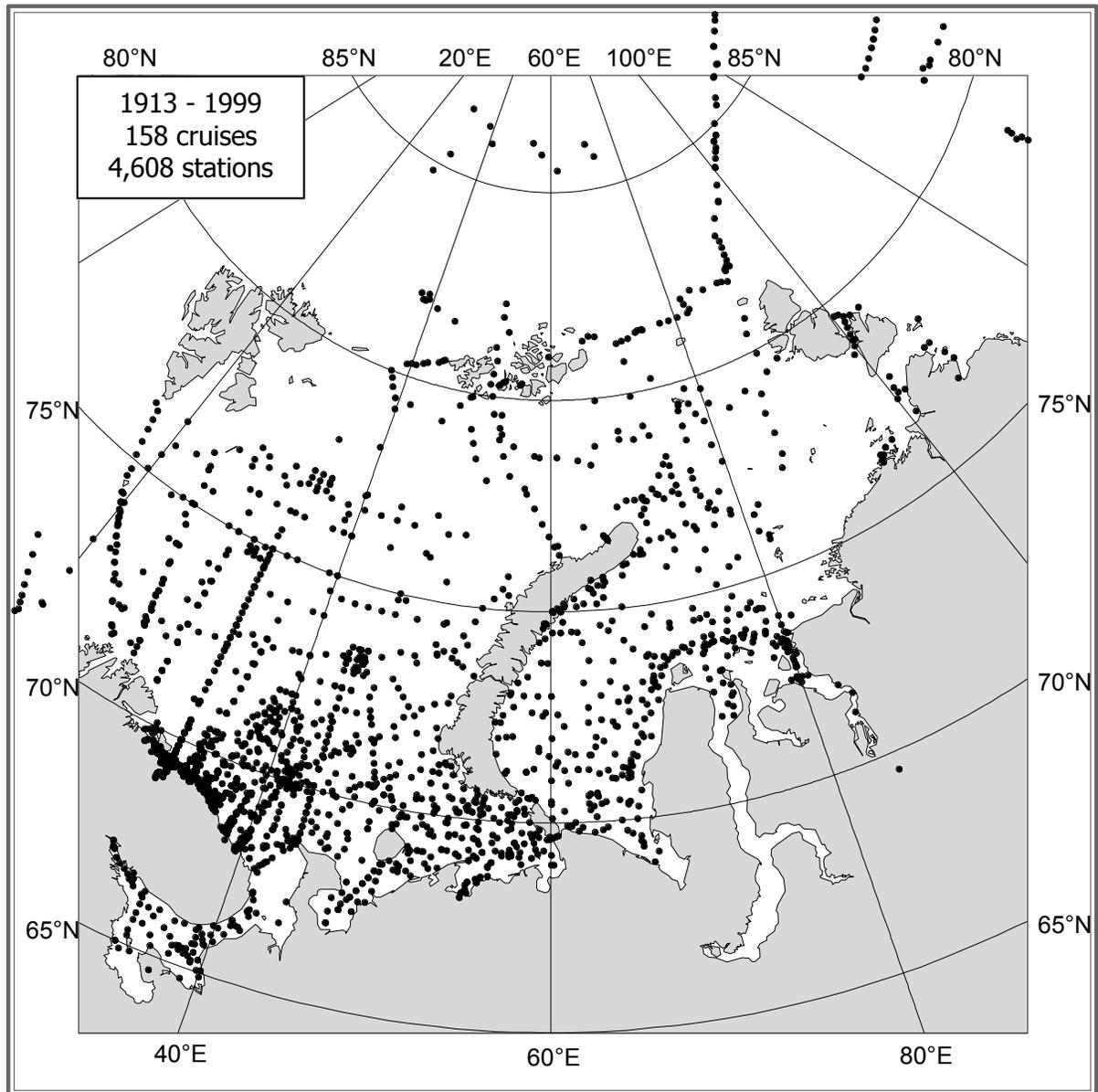


Fig. C1. Distribution of all stations

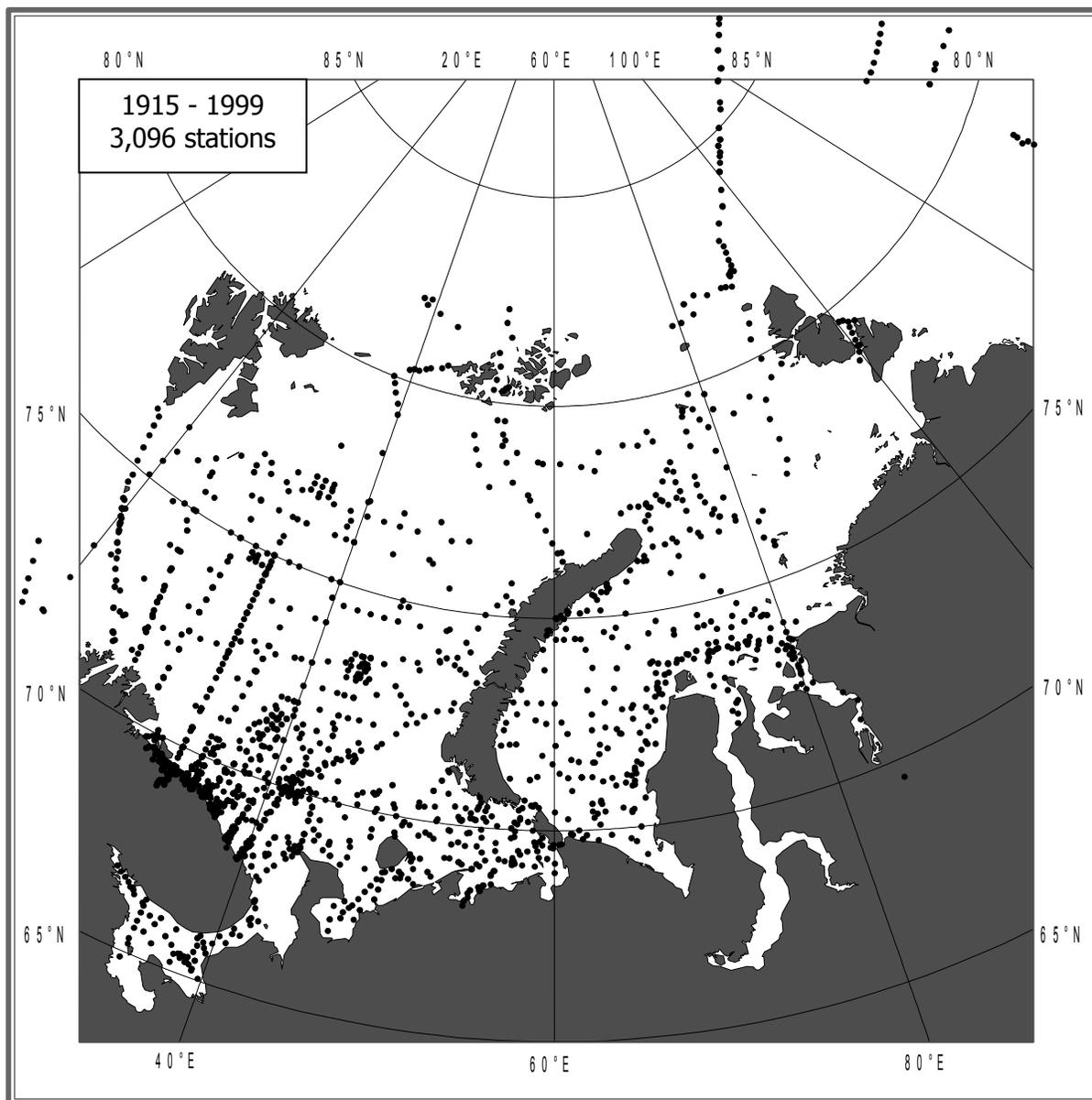


Fig. C2. Distribution of physical and hydrochemical data

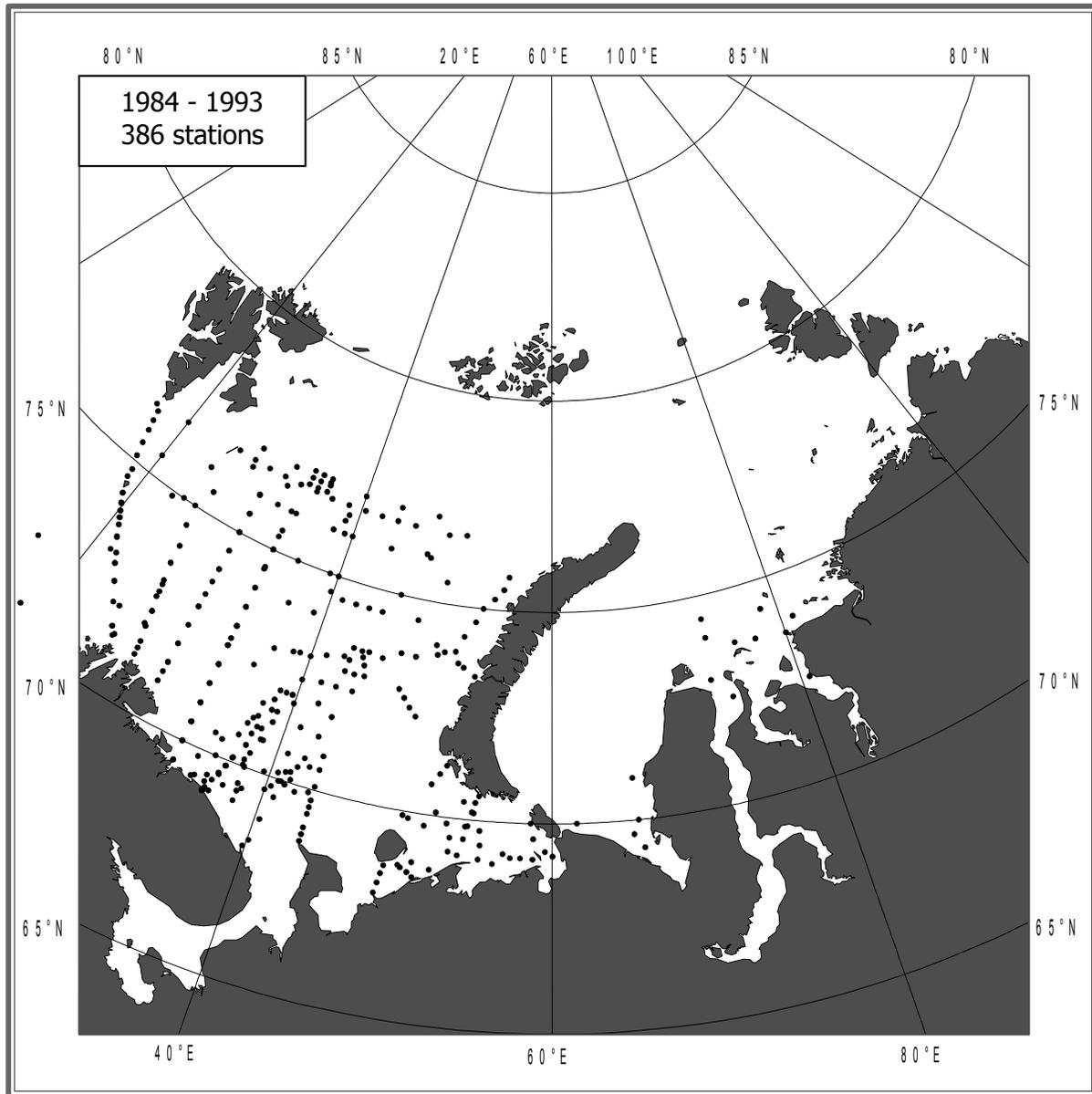


Fig. C3. Distribution of chlorophyll data



Fig. C4.1. 1913-1929



Fig. C4.2. 1930-1953

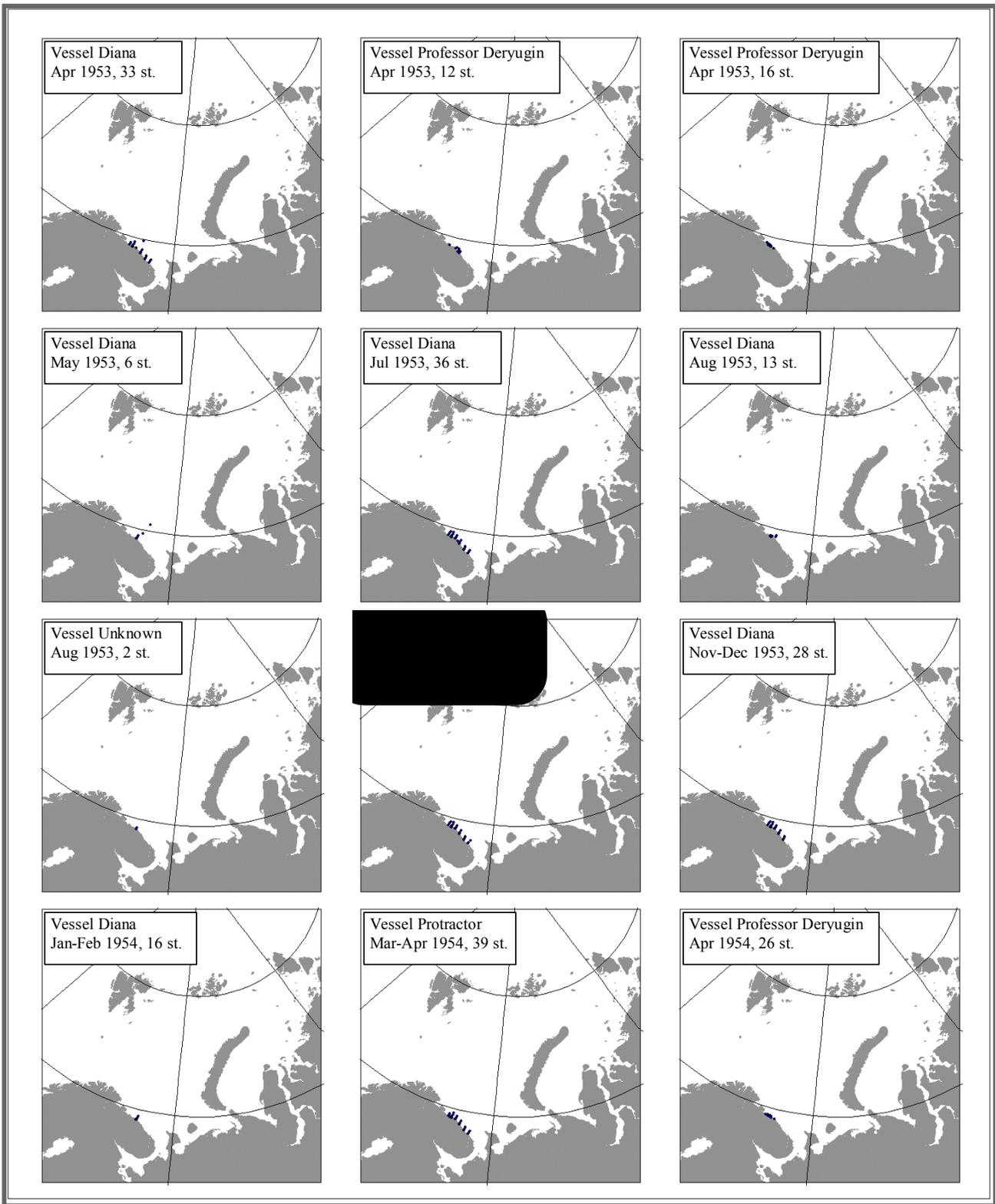


Fig. C4.3. 1953-1954



Fig. C4.4. 1954

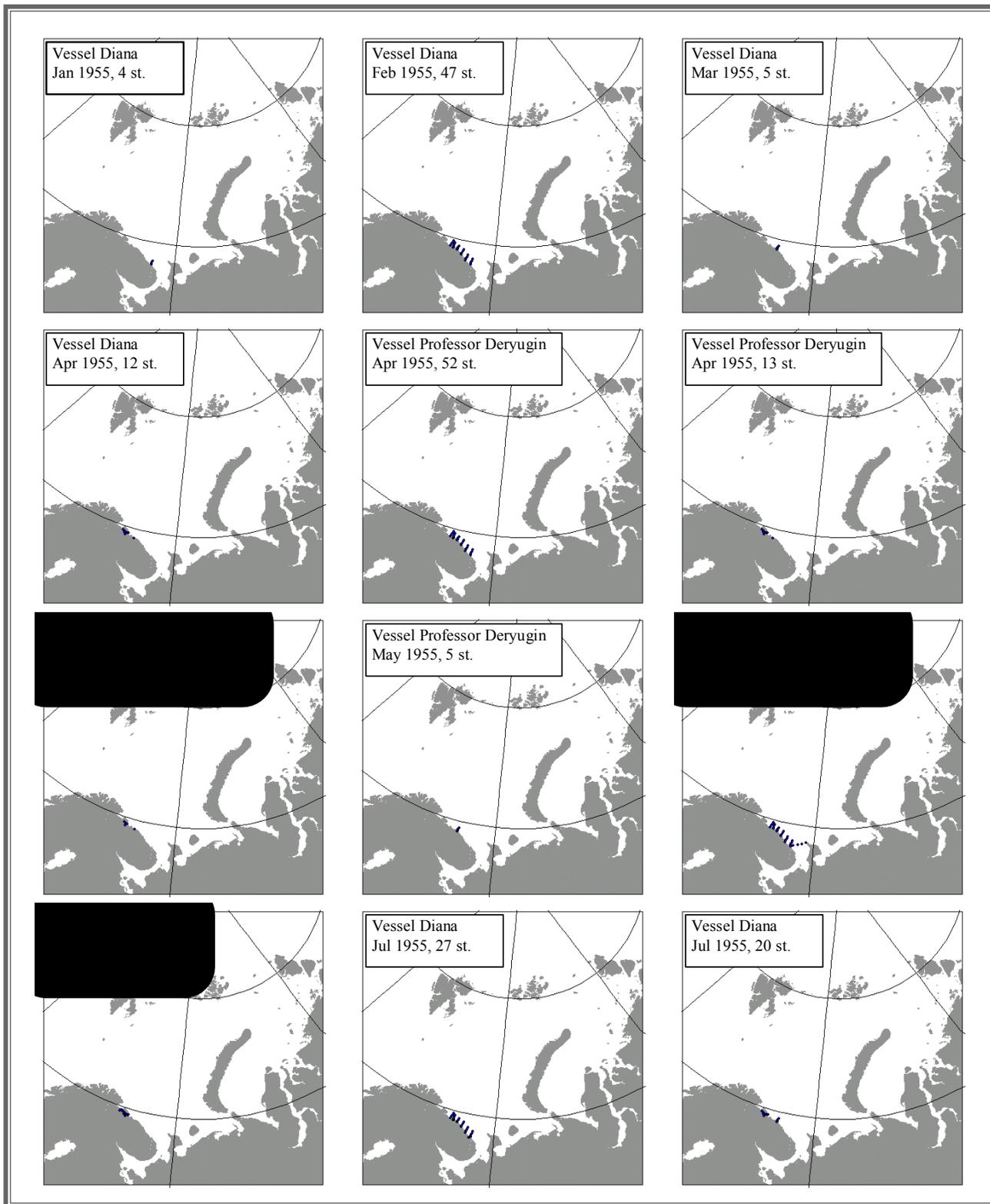


Fig. C4.5. 1955

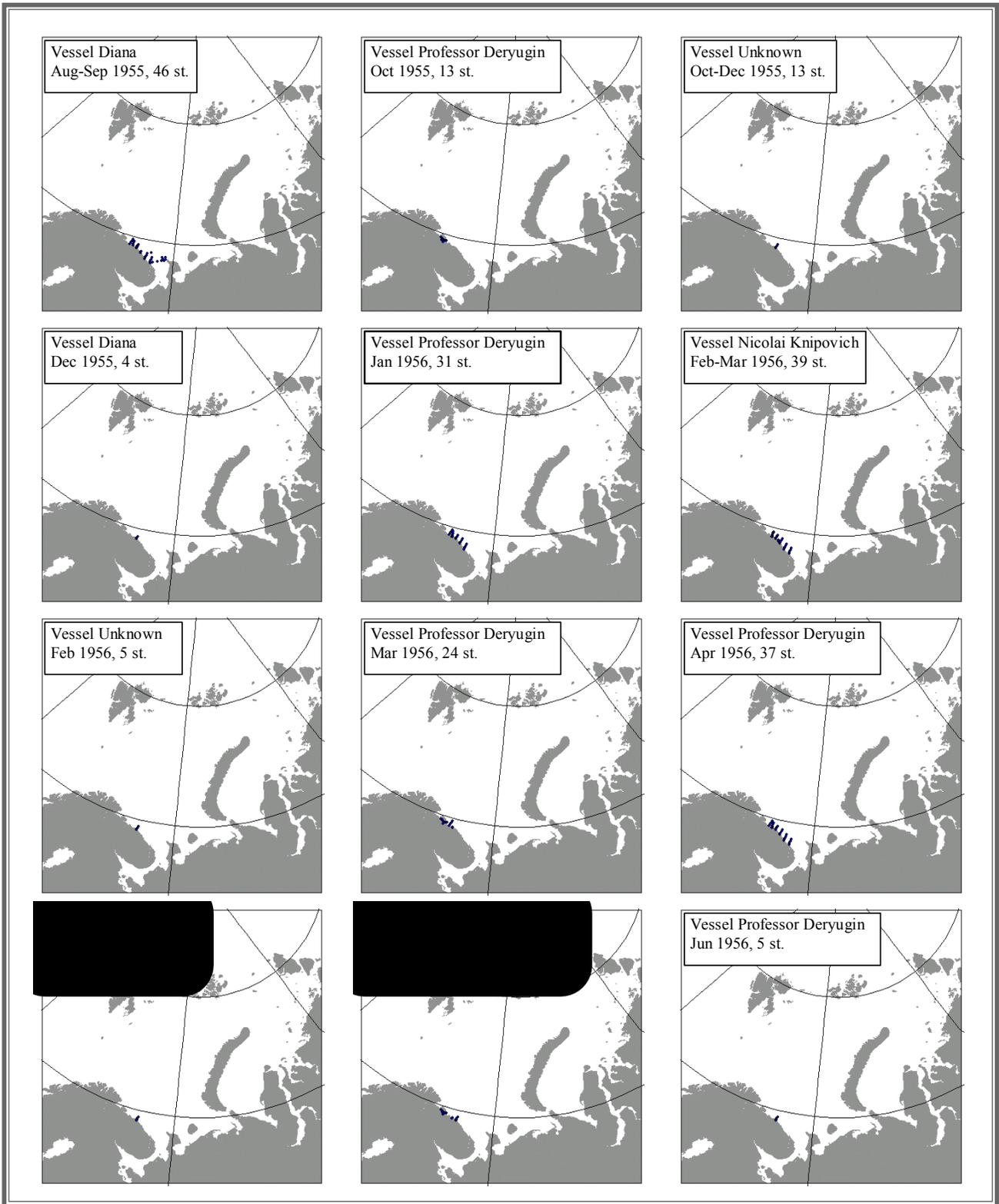


Fig. C4.6. 1955-1956

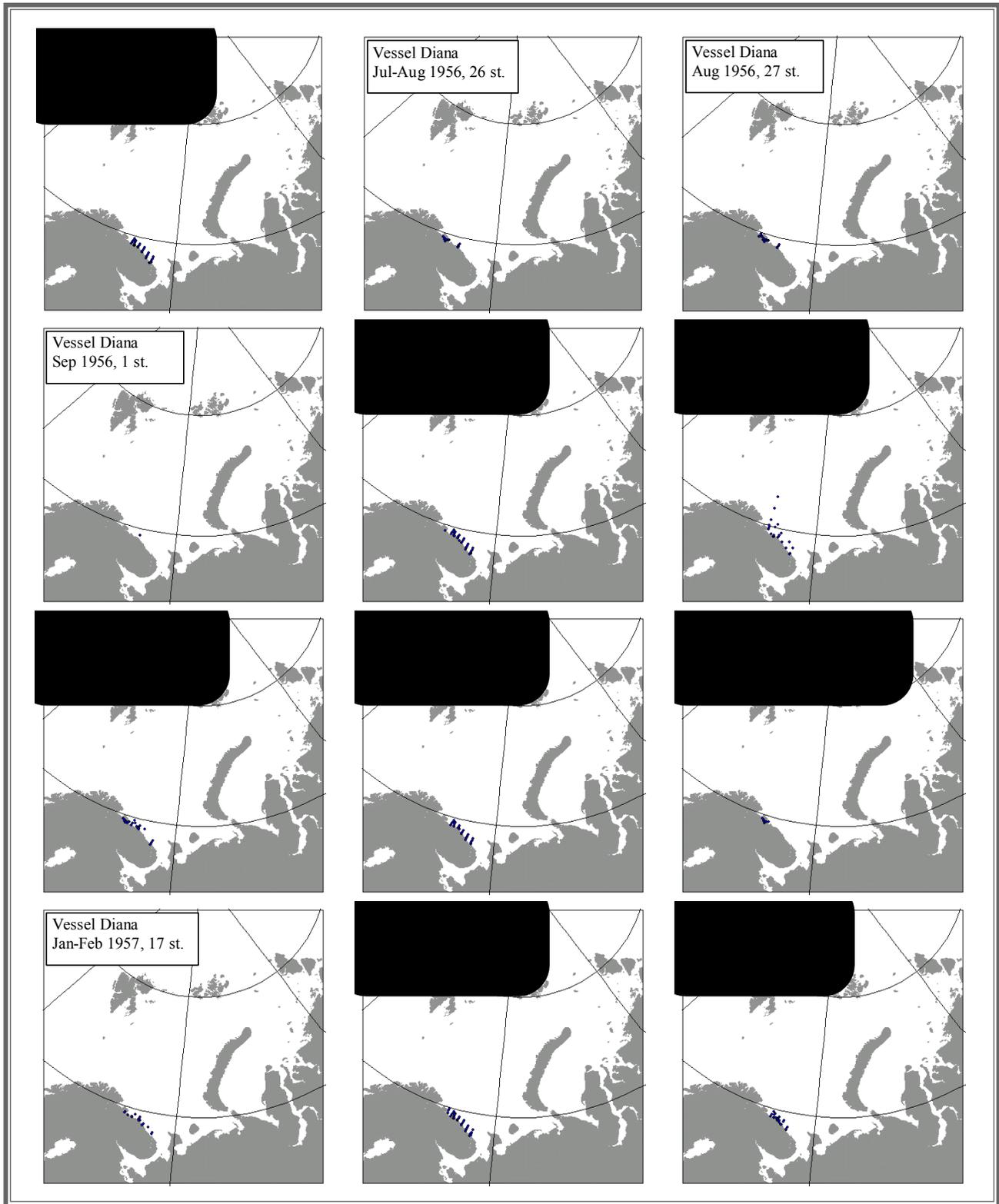


Fig. C4.7. 1956-1957

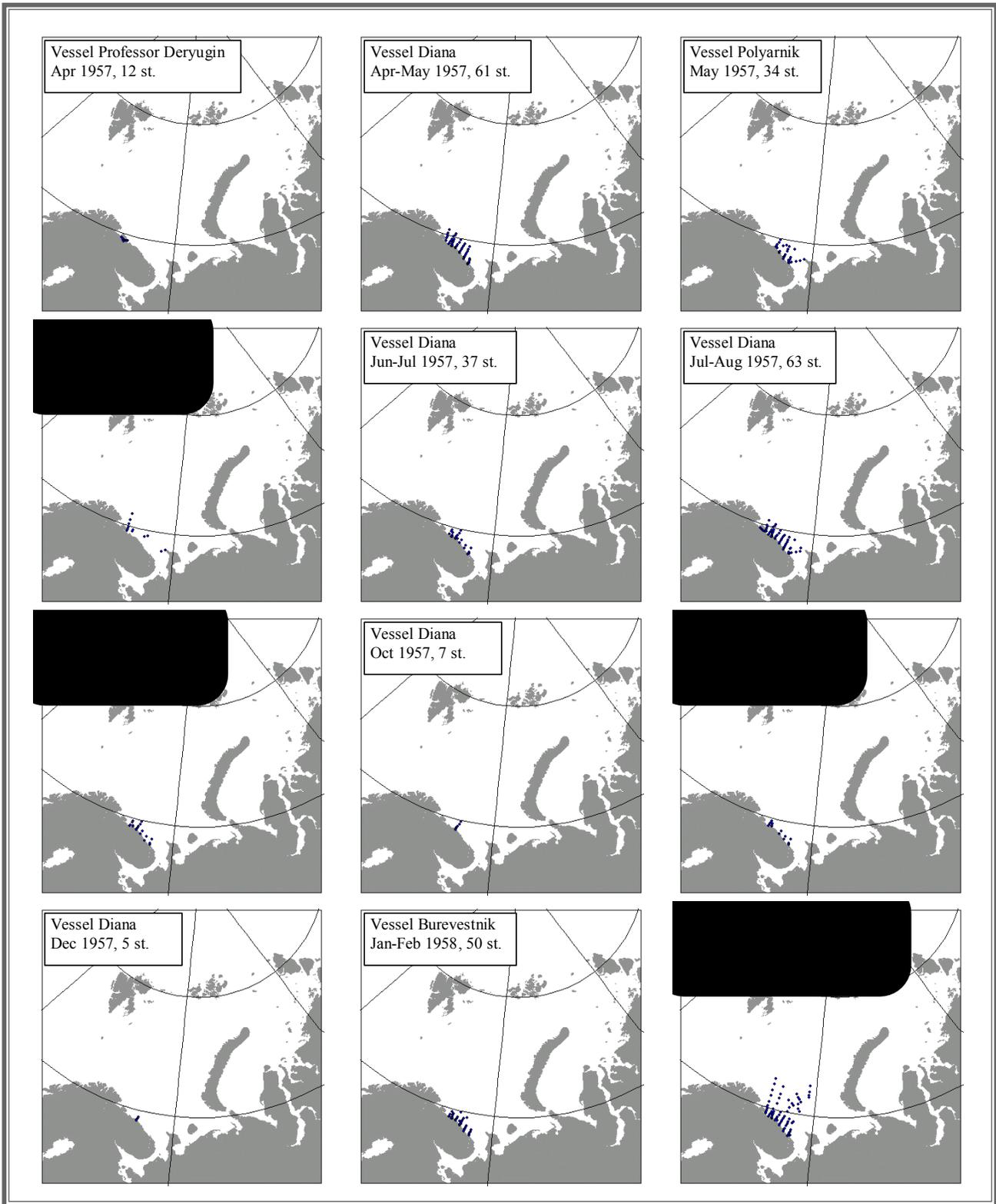


Fig. C4.8. 1957-1958

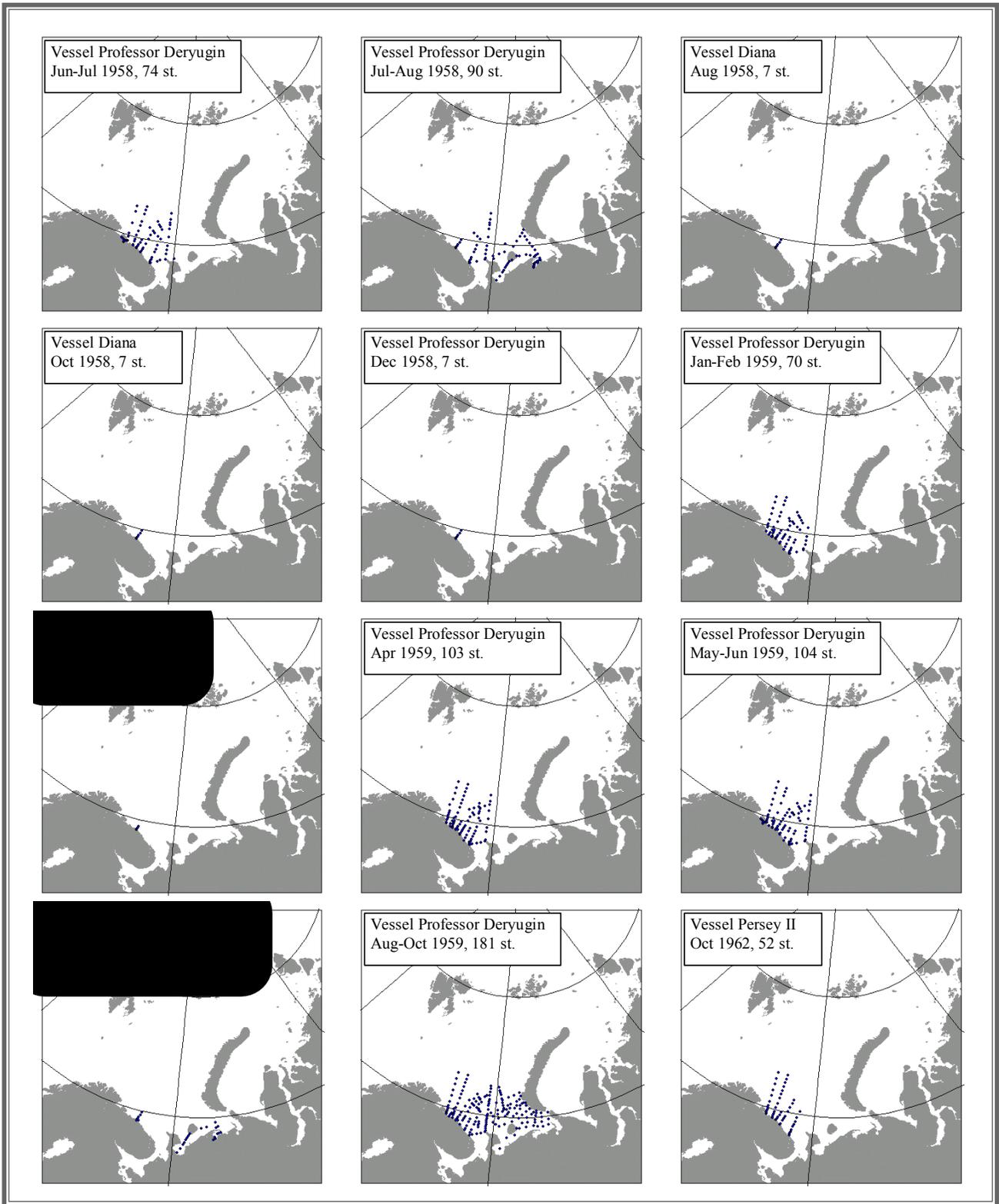


Fig. C4.9. 1958-1962



Fig. C4.10. 1963-1984

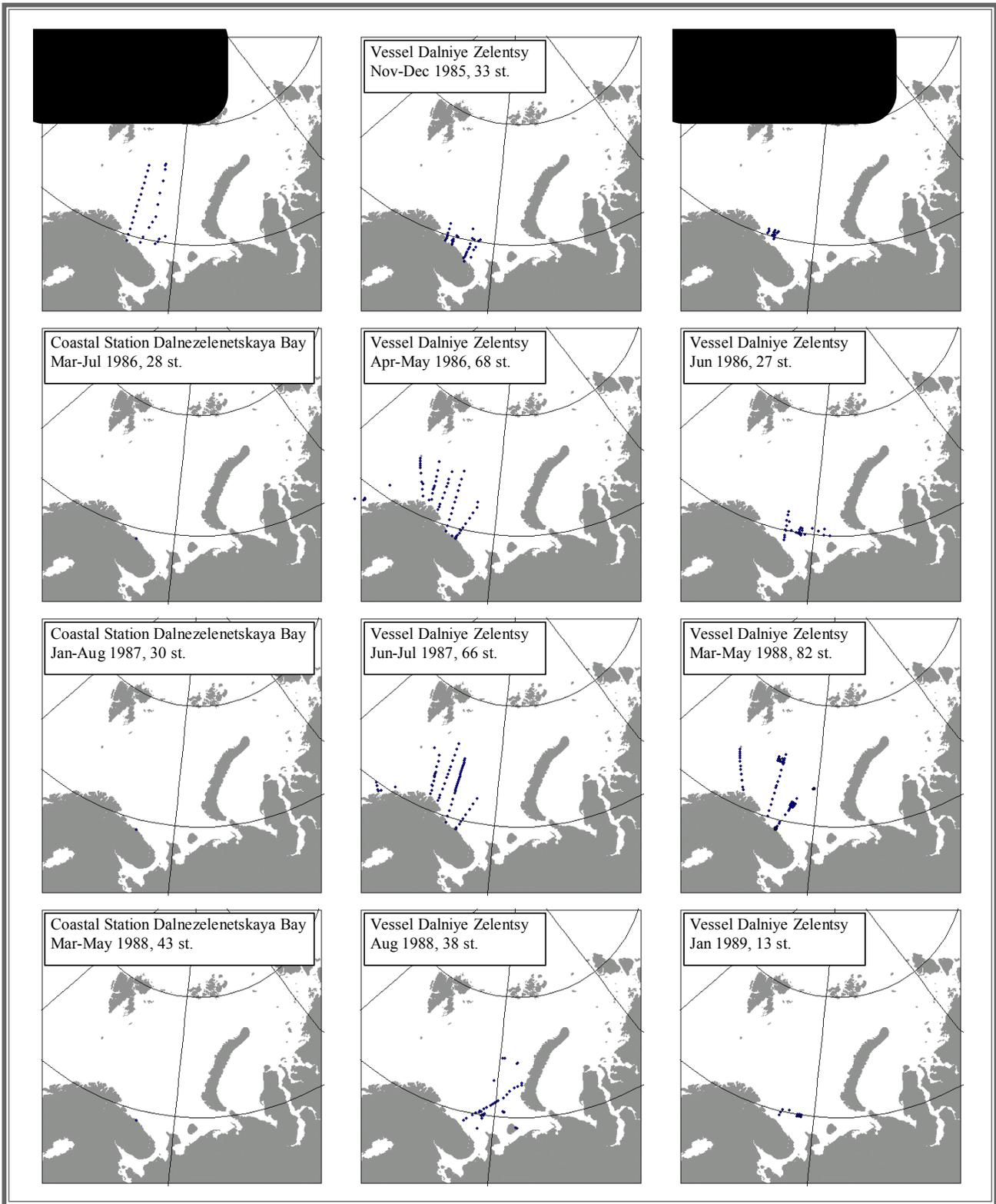


Fig. C4.11. 1985-1989



Fig. C4.12. 1989-1994

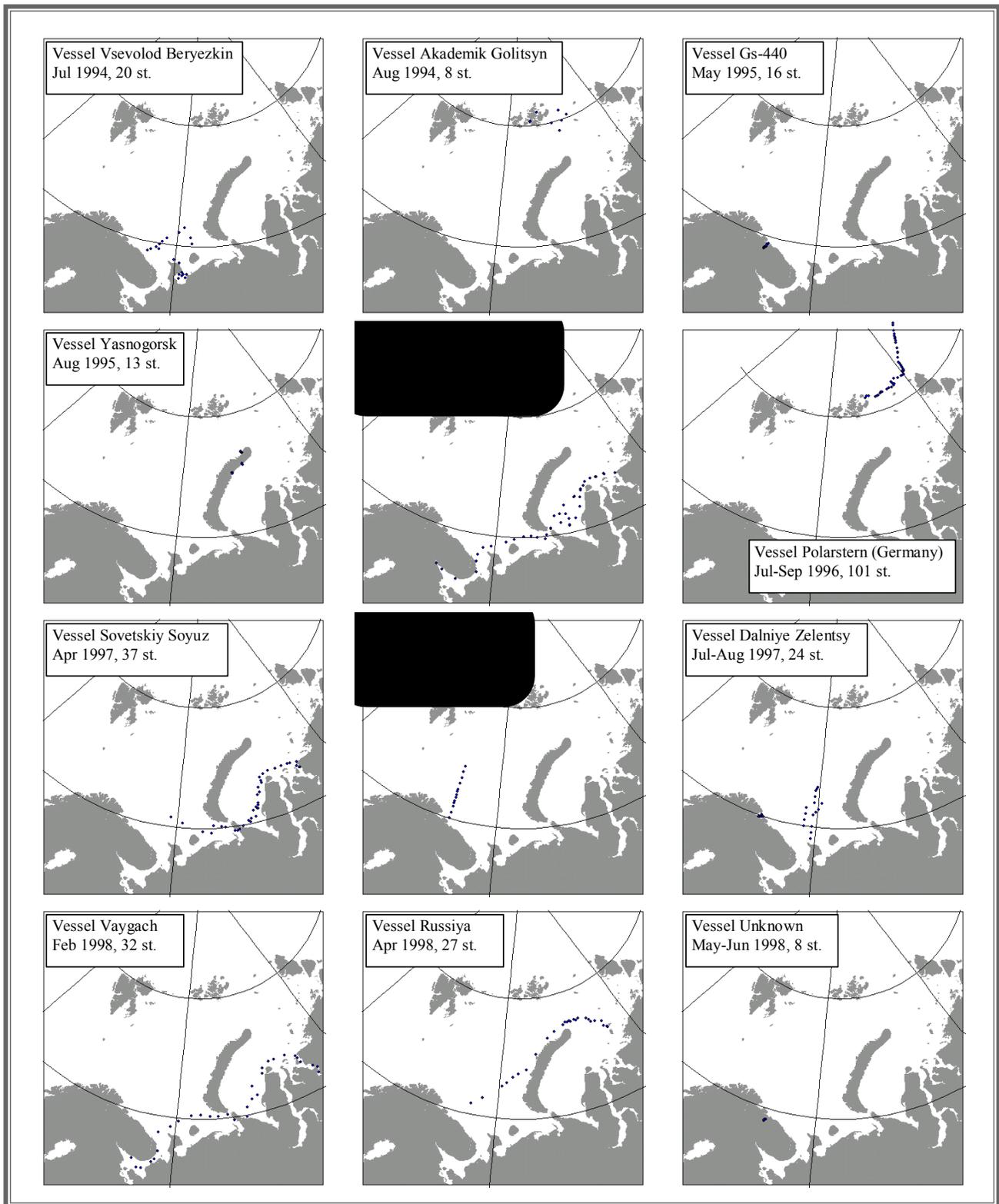


Fig. C4.13. 1994-1998

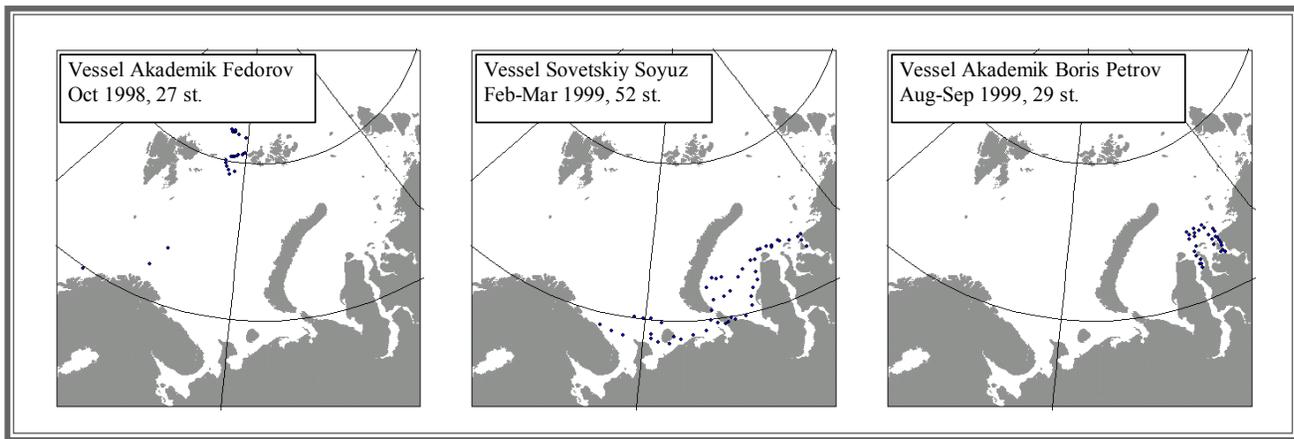


Fig. C4.14. 1998-1999

Appendix D. Temperature and salinity analyses

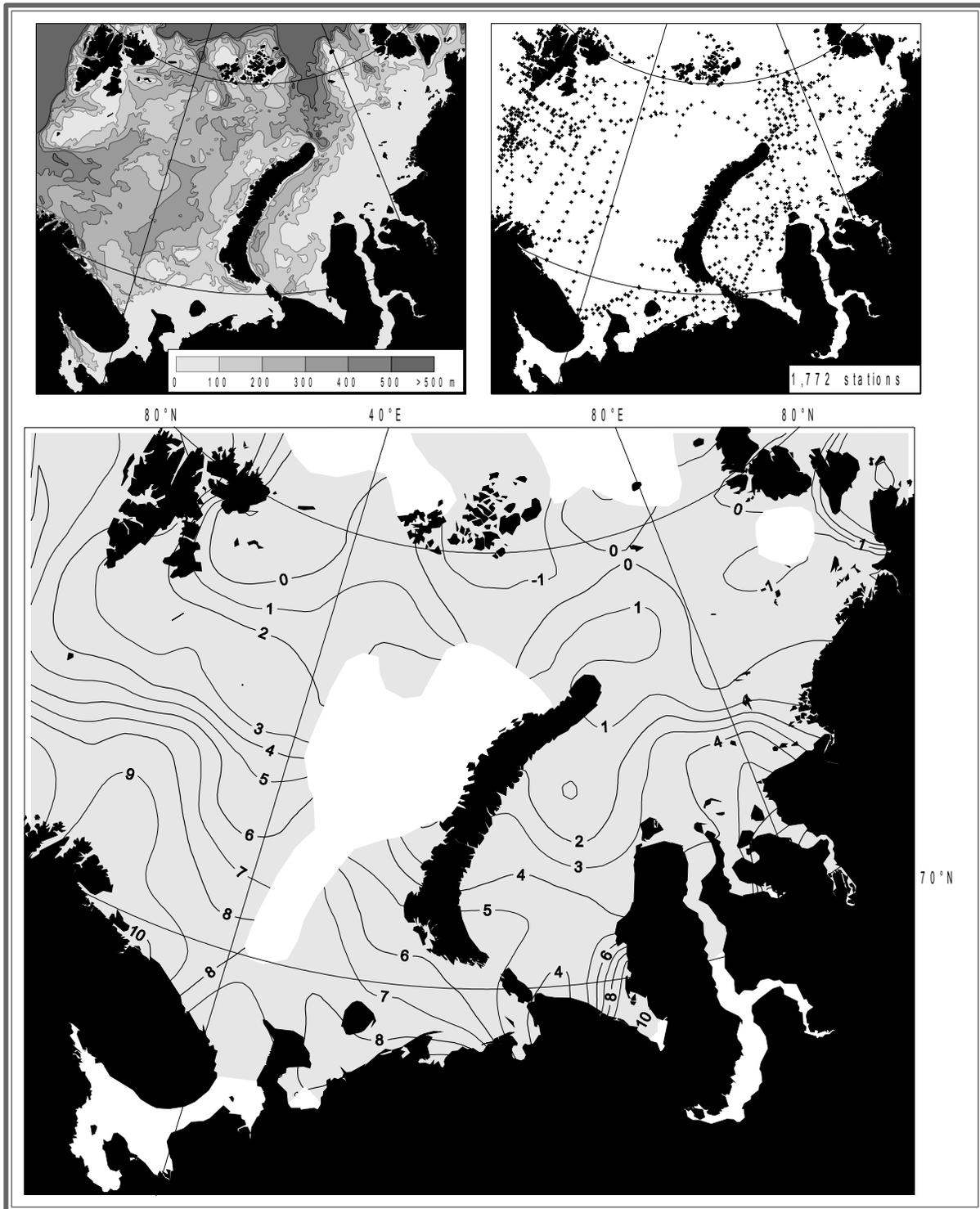


Fig. D1. Temperature (°C). August–September, 1920–1940. Depth 0 m

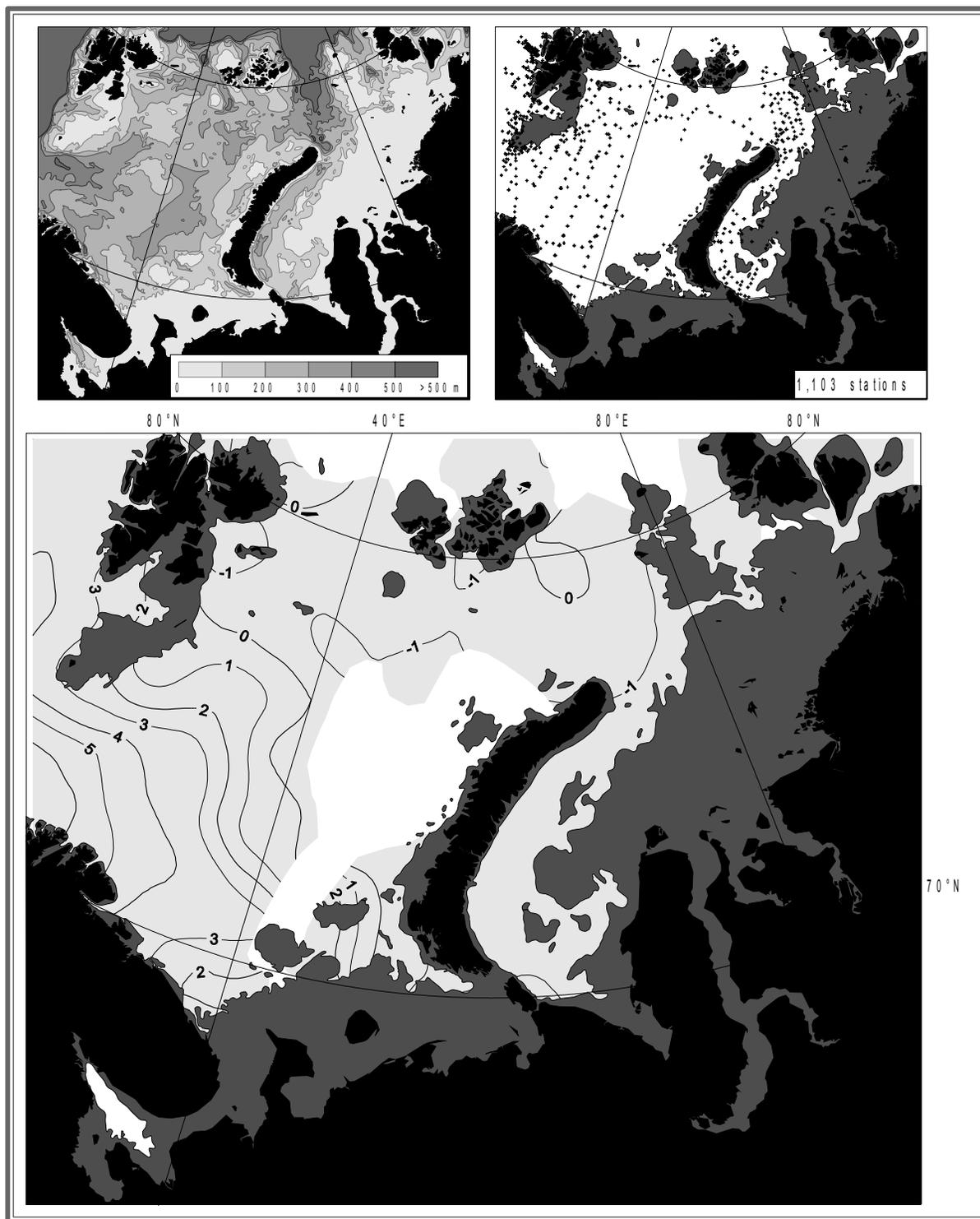


Fig. D2. Temperature (°C). August–September, 1920–1940. Depth 100 m

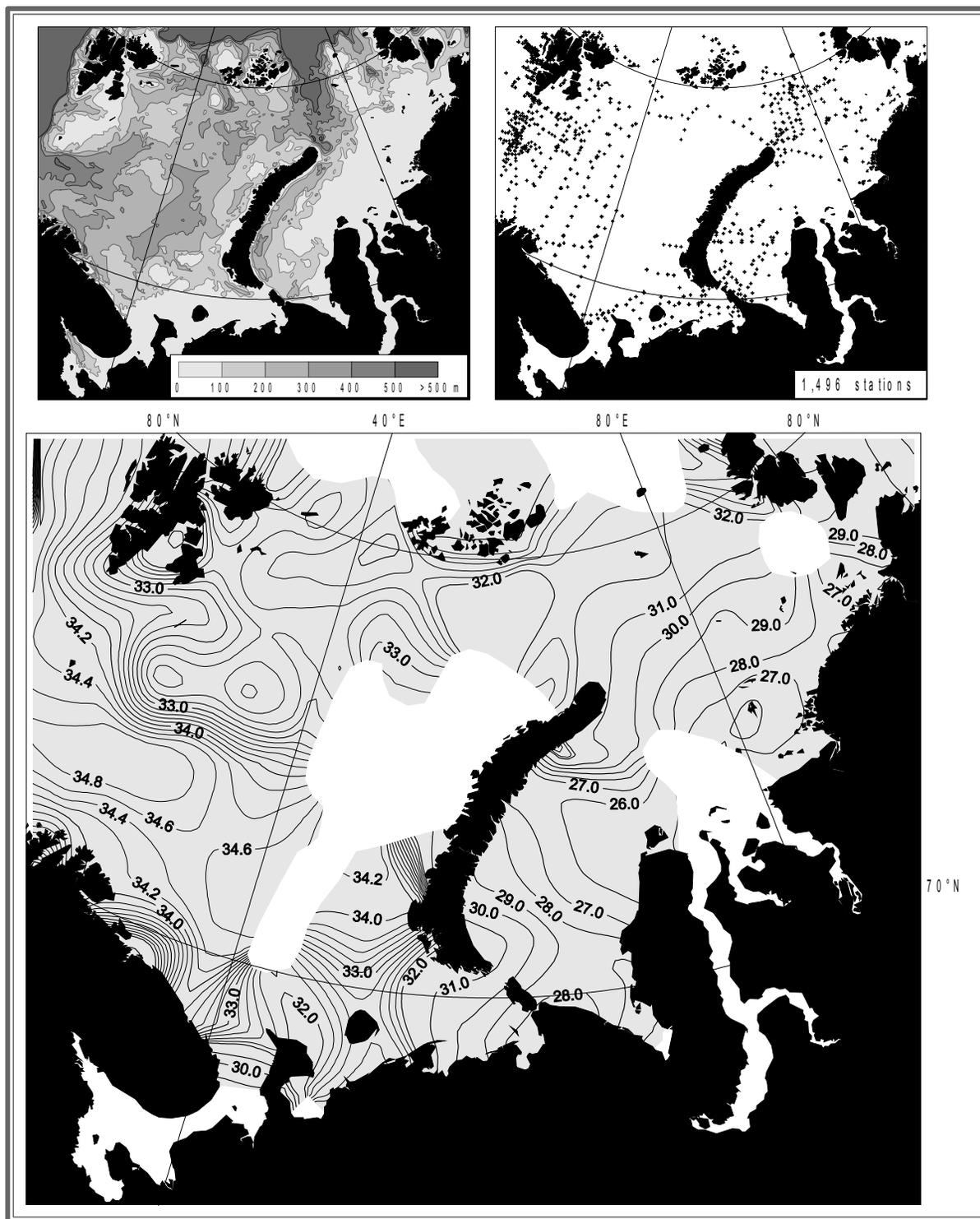


Fig. D3. Salinity (pss). August–September, 1920–1940. Depth 0 m

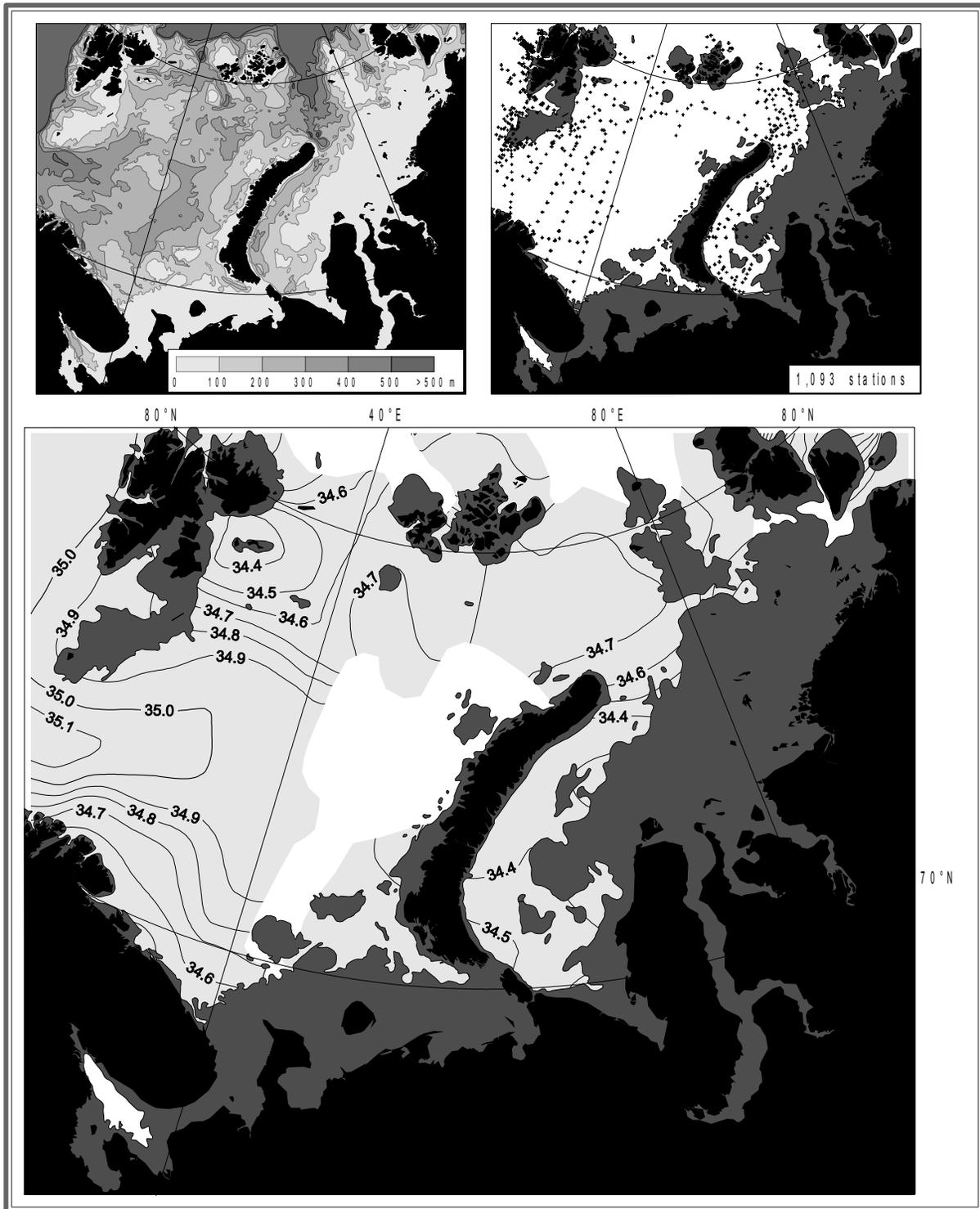


Fig. D4. Salinity (psu). August–September, 1920–1940. Depth 100 m

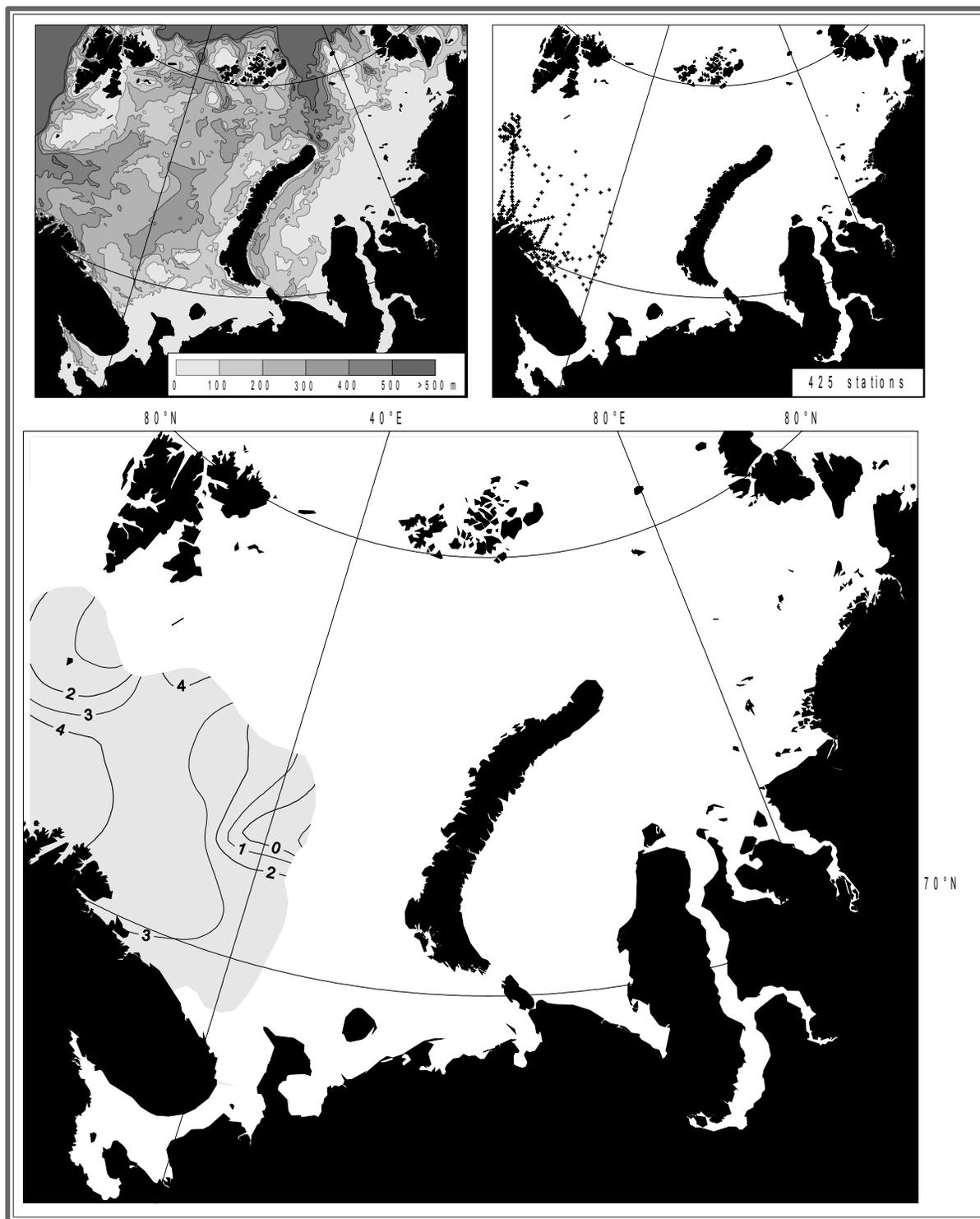


Fig. D5. Temperature (°C). February–April, 1920–1940. Depth 0 m

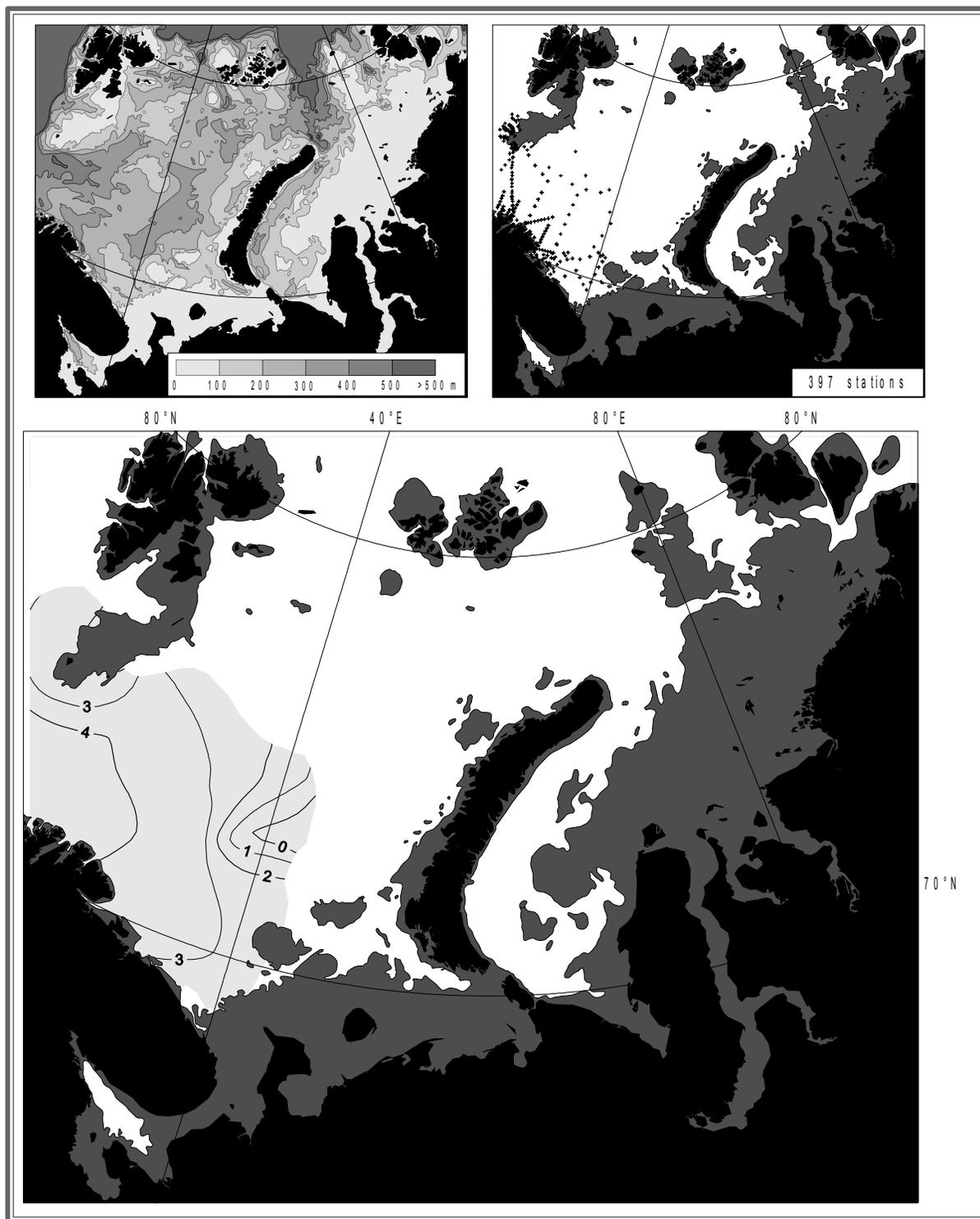


Fig. D6. Temperature (°C). February–April, 1920–1940. Depth 100 m

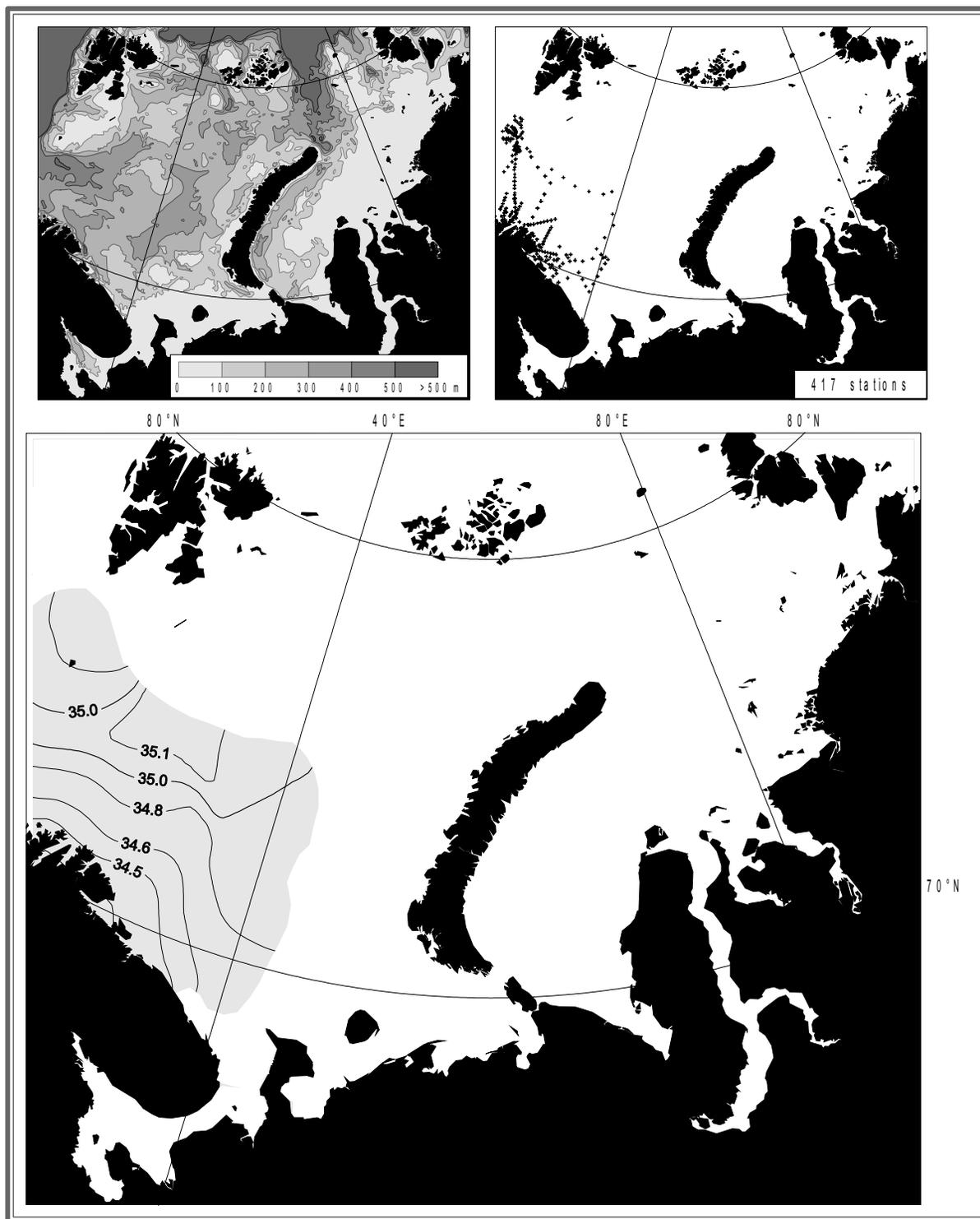


Fig. D7. Salinity (pss). February-April, 1920–1940. Depth 0 m

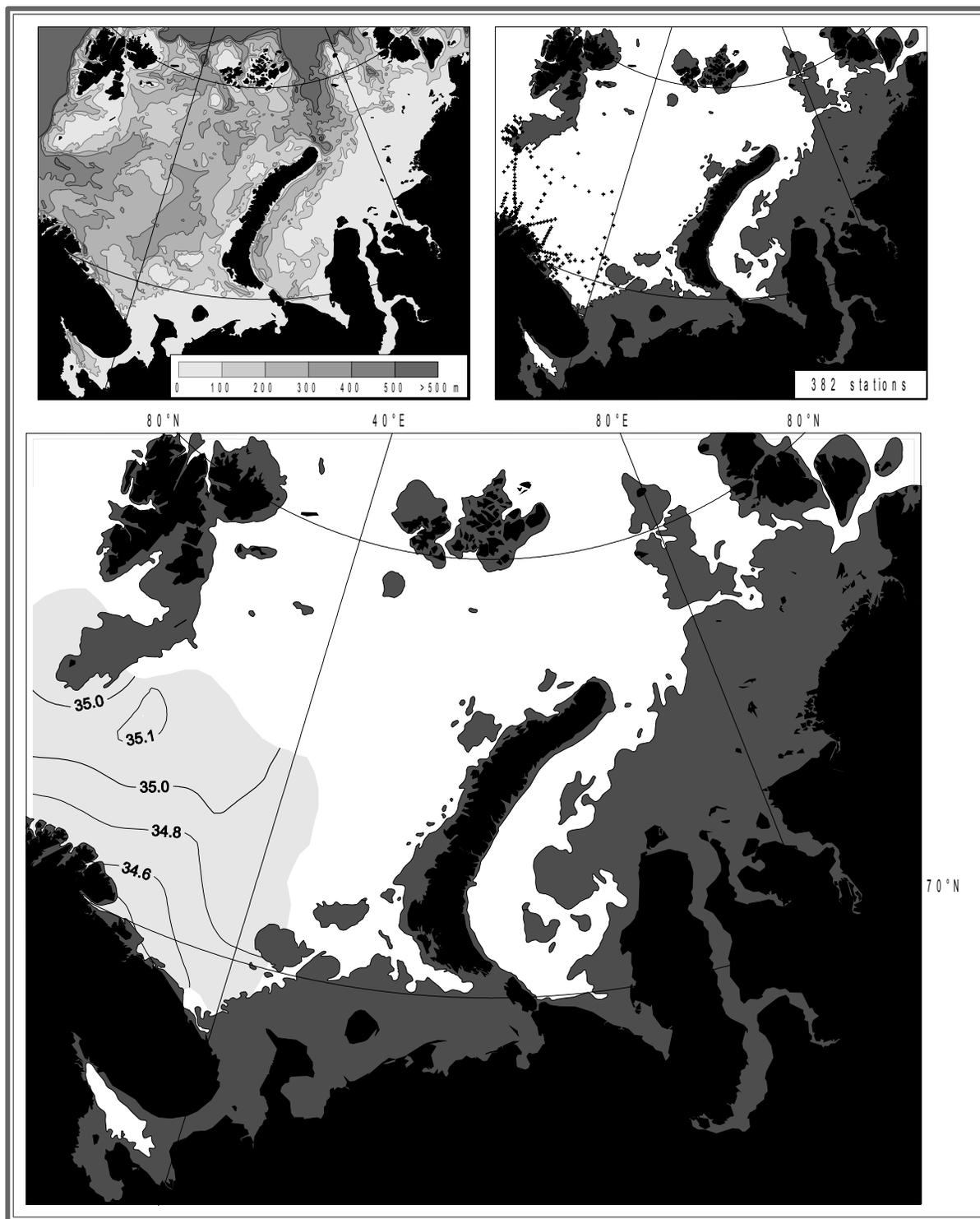


Fig. D8. Salinity (pss). February-April, 1920–1940. Depth 100 m

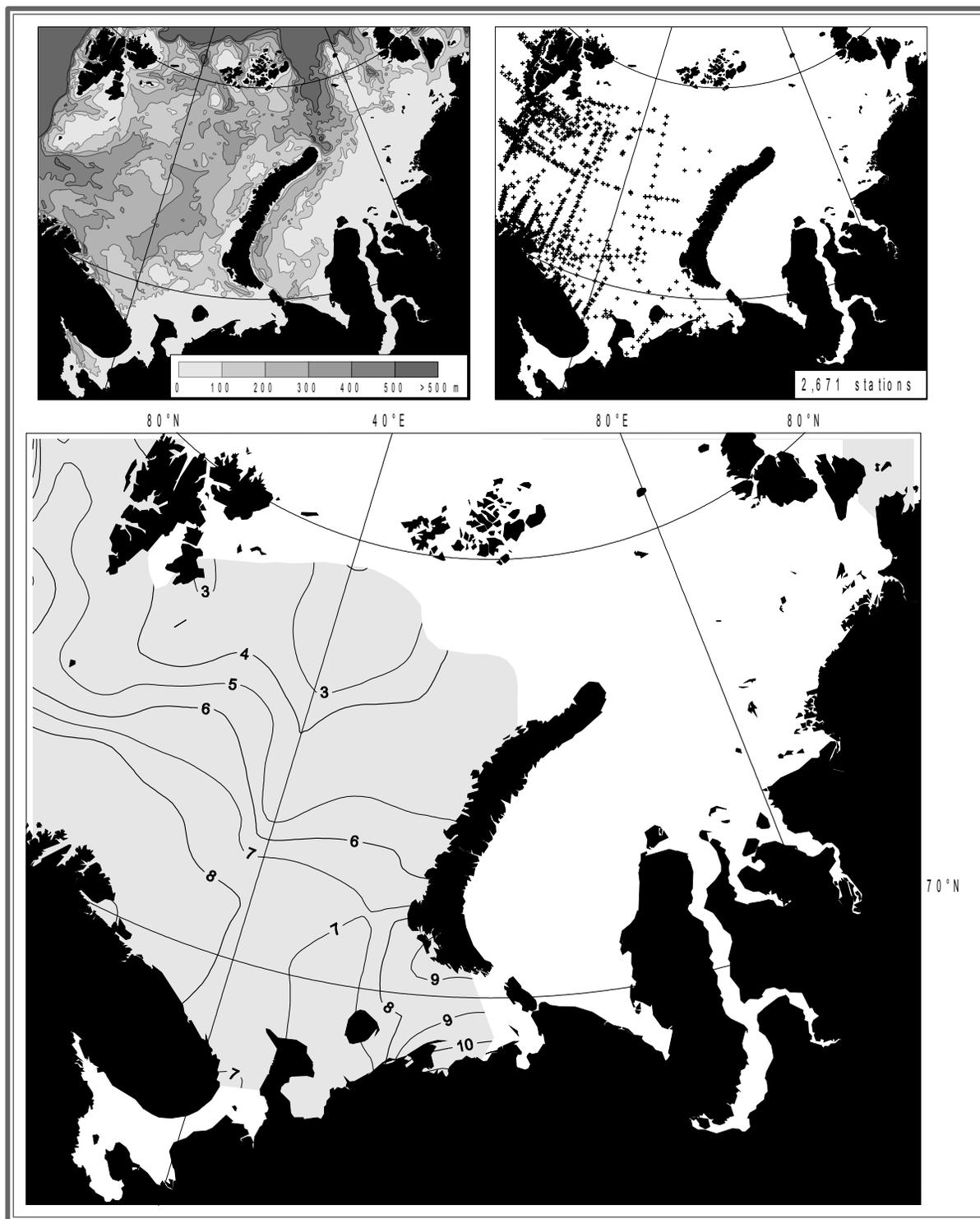


Fig. D9. Temperature (°C). August–September, 1950–1960. Depth 0 m

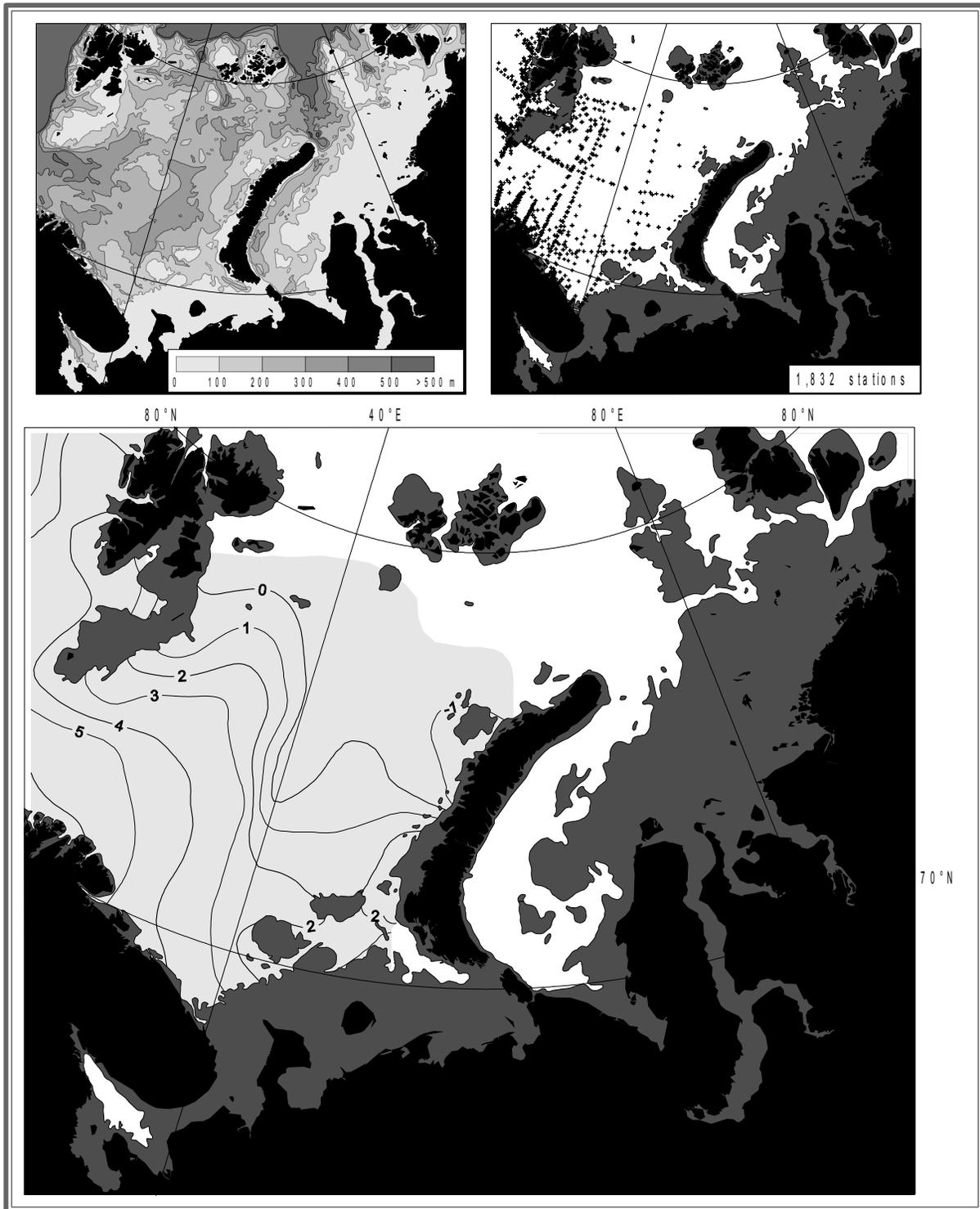


Fig. D10. Temperature (°C). August–September, 1950–1960. Depth 100 m

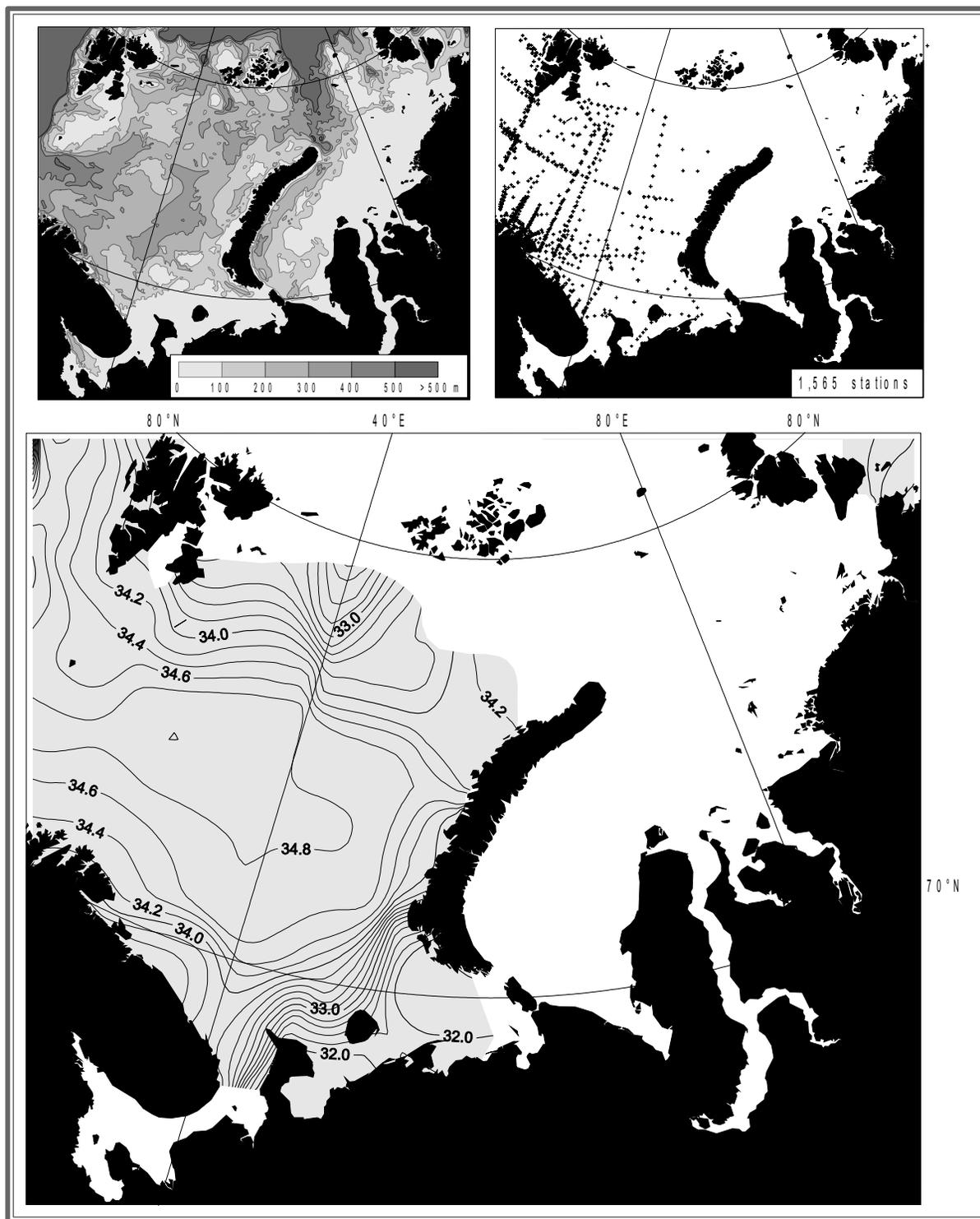


Fig. D11. Salinity (pss). August-September, 1950–1960. Depth 0 m

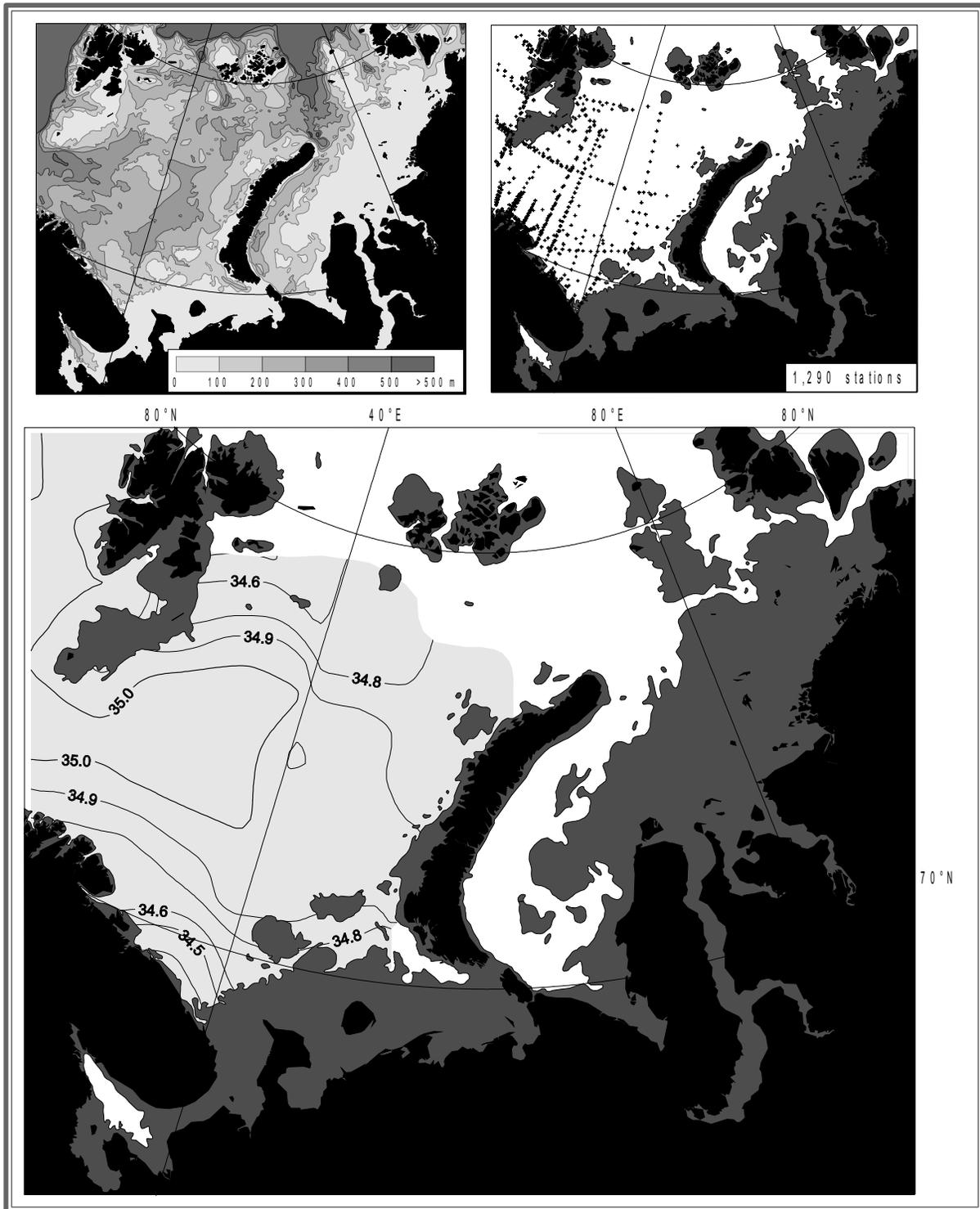


Fig. D12 Salinity (pss). August-September, 1950–1960. Depth 100 m

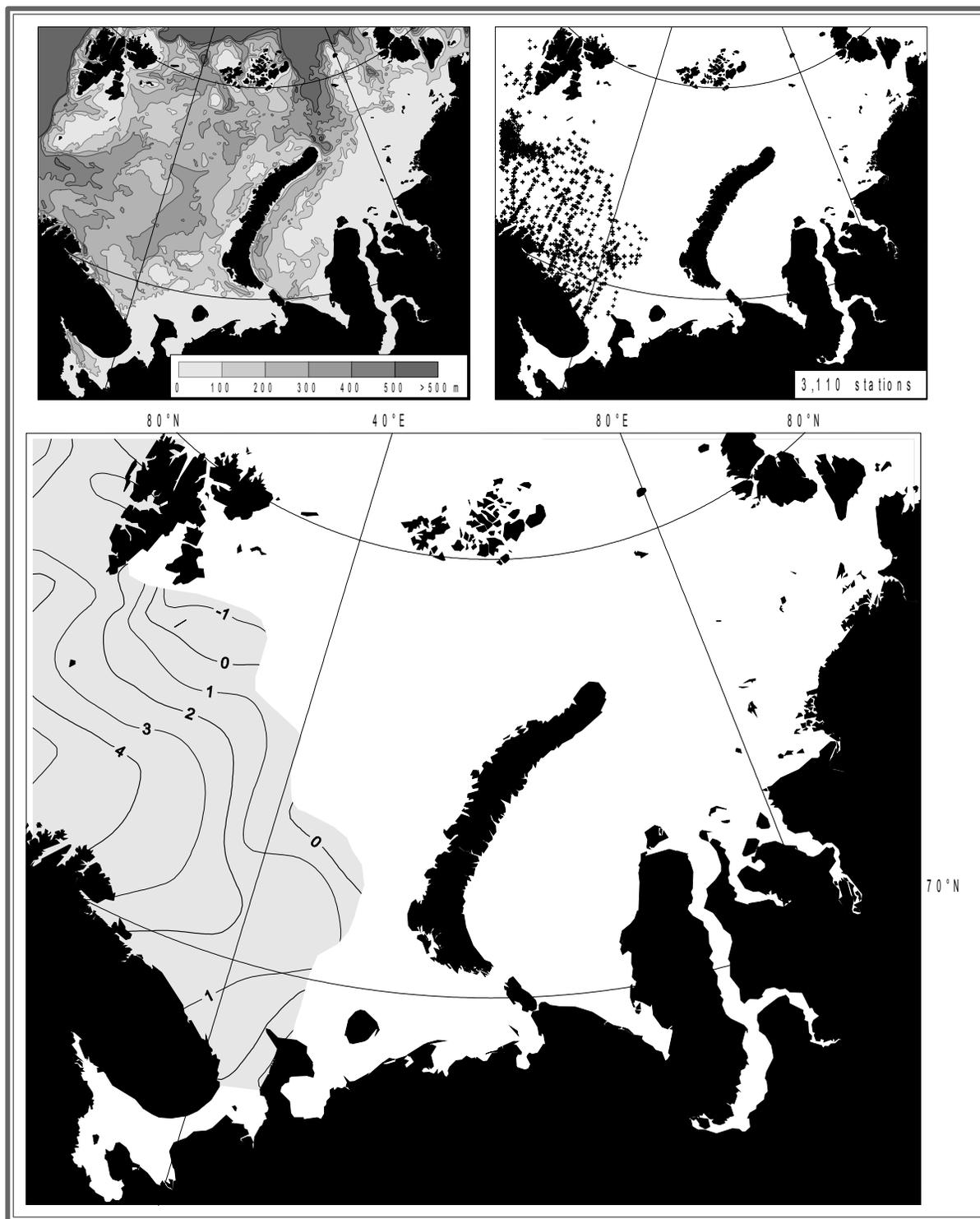


Fig. D13. Temperature (°C). February–April, 1950–1960. Depth 0 m

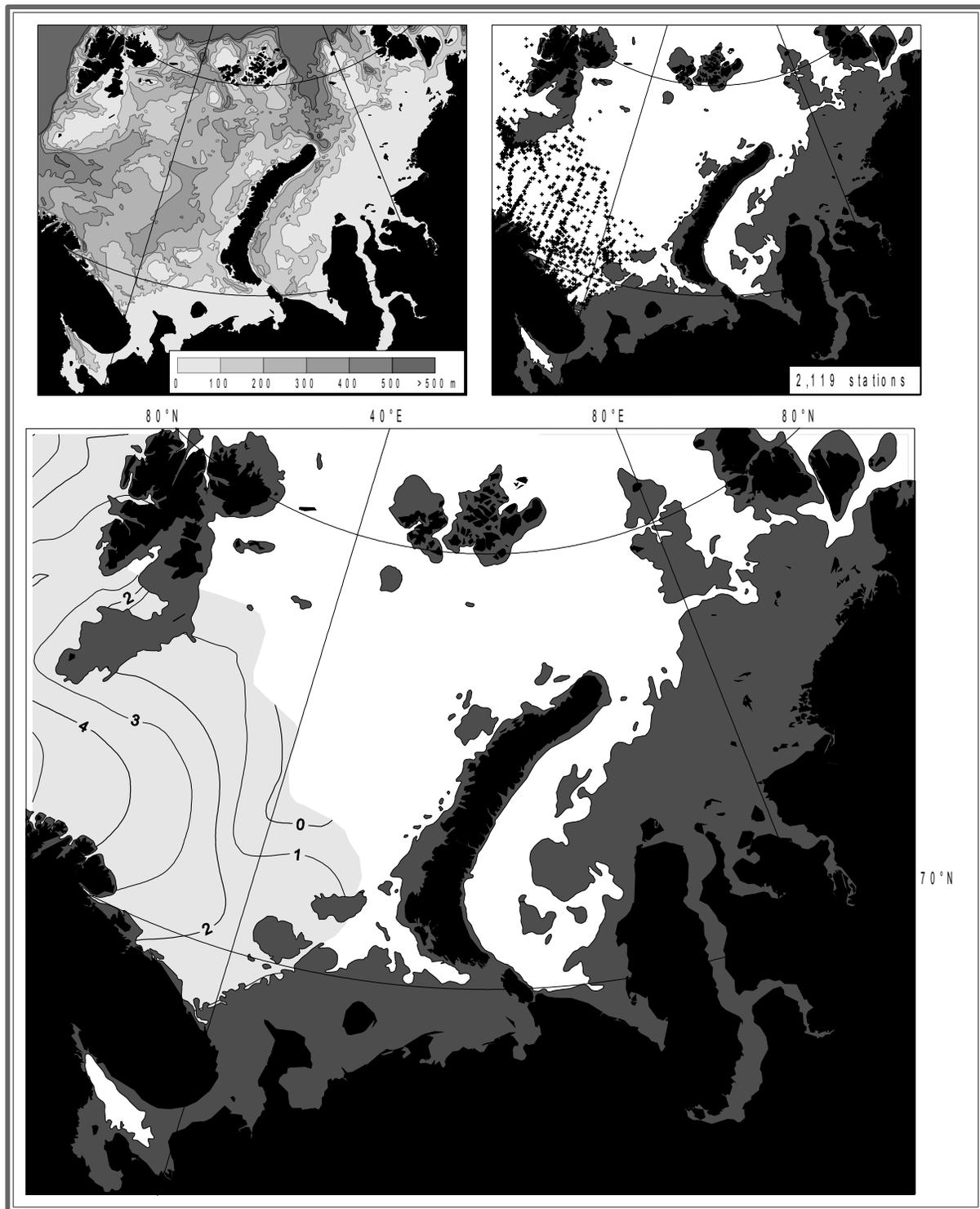


Fig. D14. Temperature (°C). February–April, 1950–1960. Depth 100 m

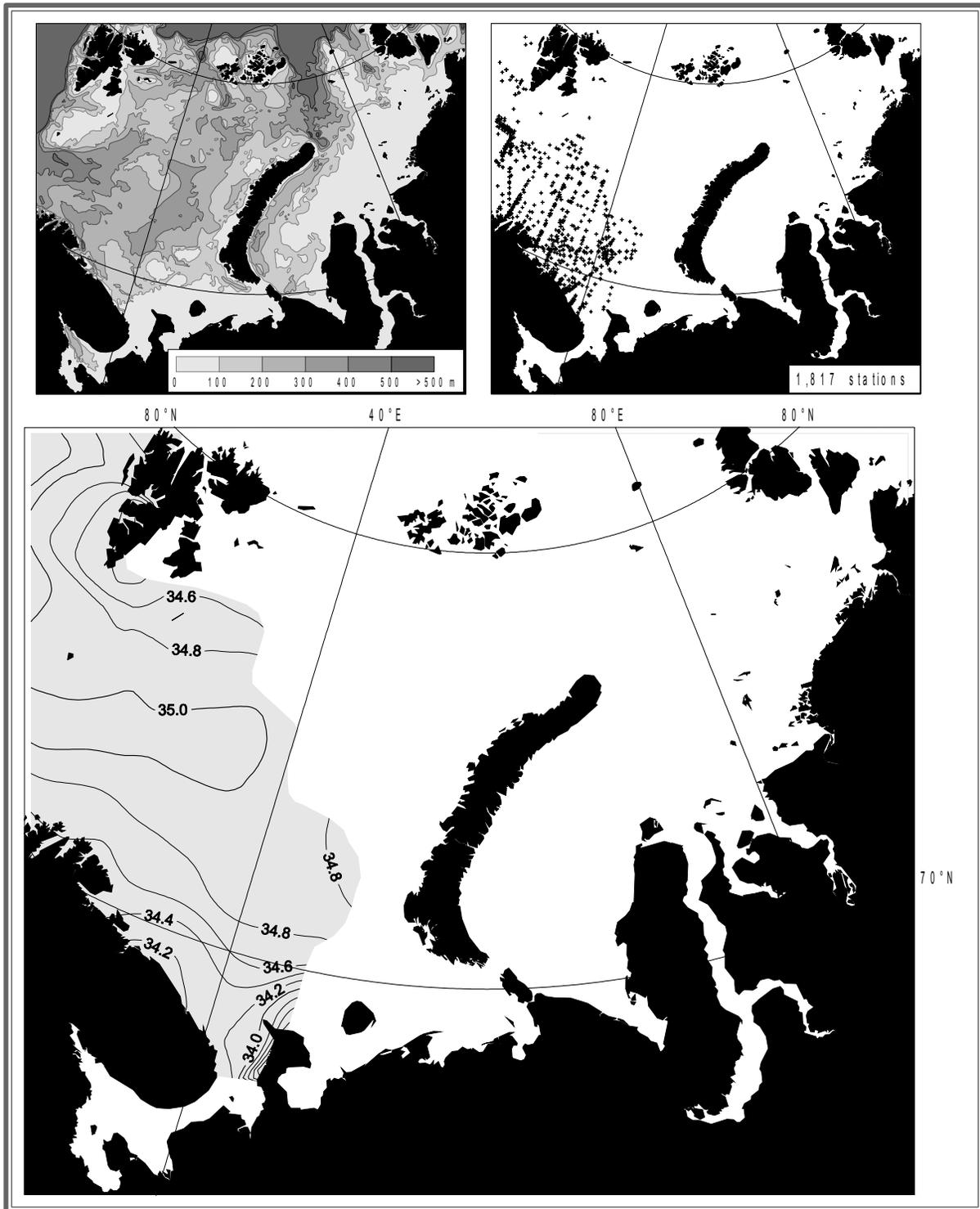


Fig. D15. Salinity (psu). February–April, 1950–1960. Depth 0 m

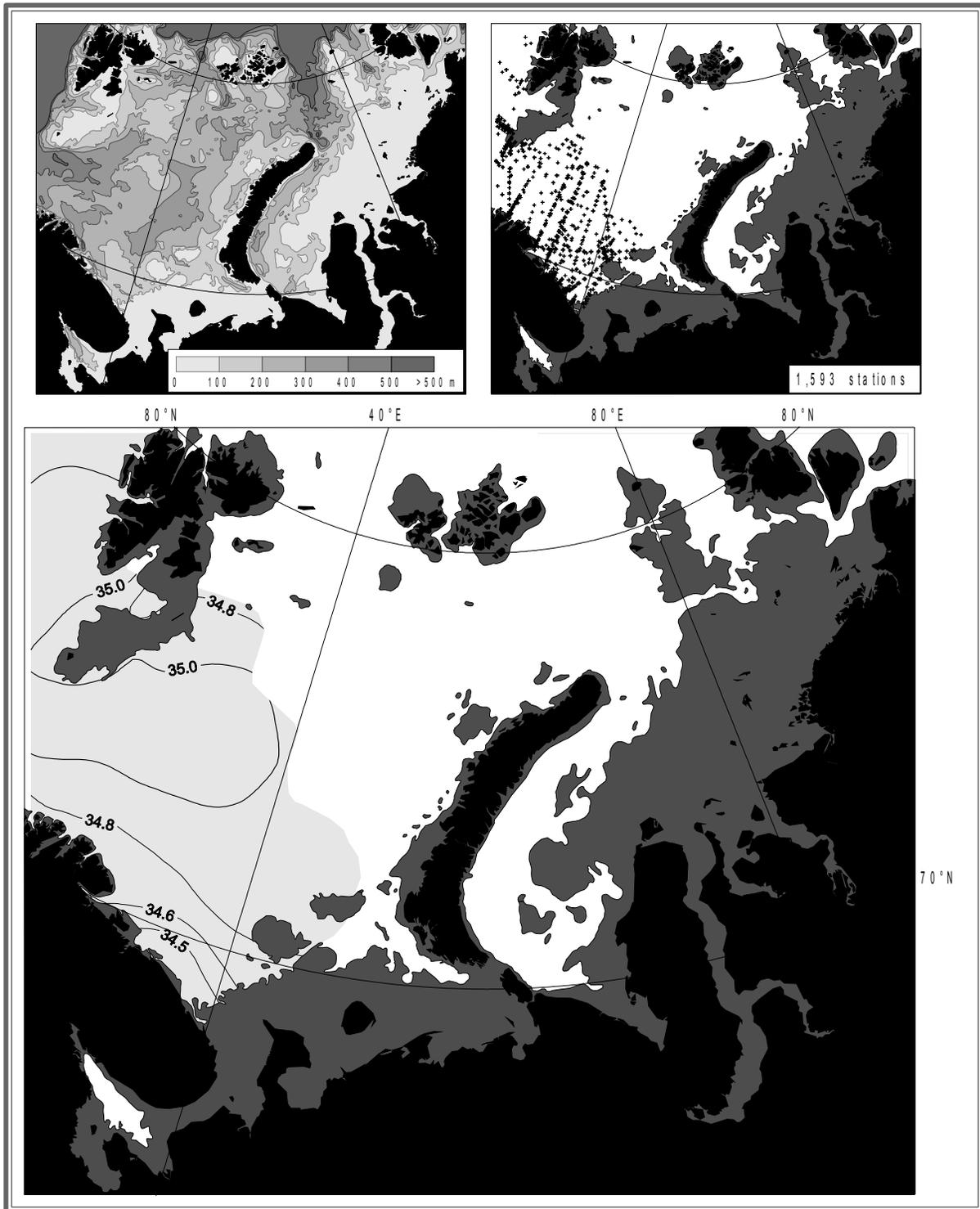


Fig. D16. Salinity (psu). February-April, 1950–1960. Depth 100 m

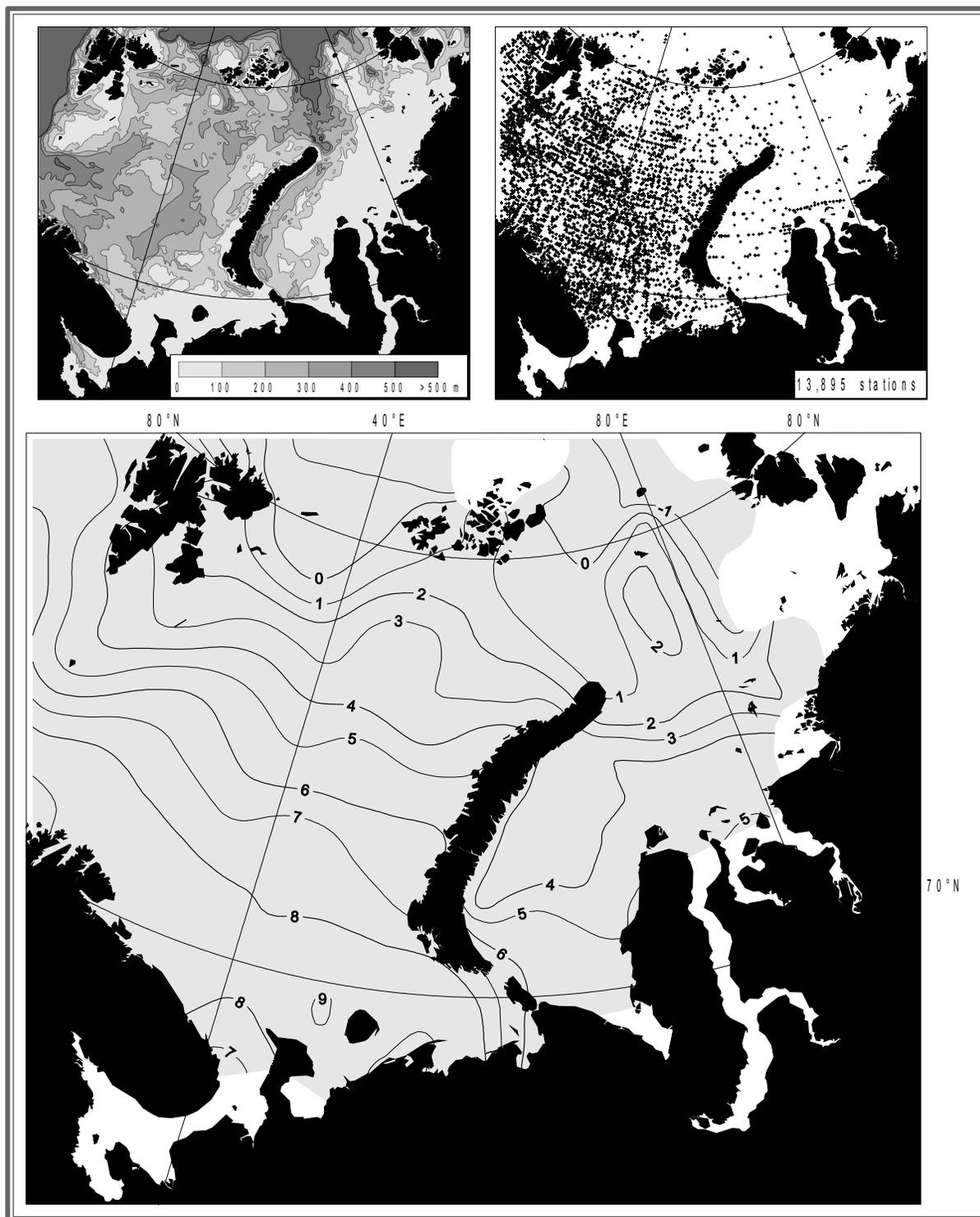


Fig. D17. Temperature (°C). August–September, 1980–1990. Depth 0 m

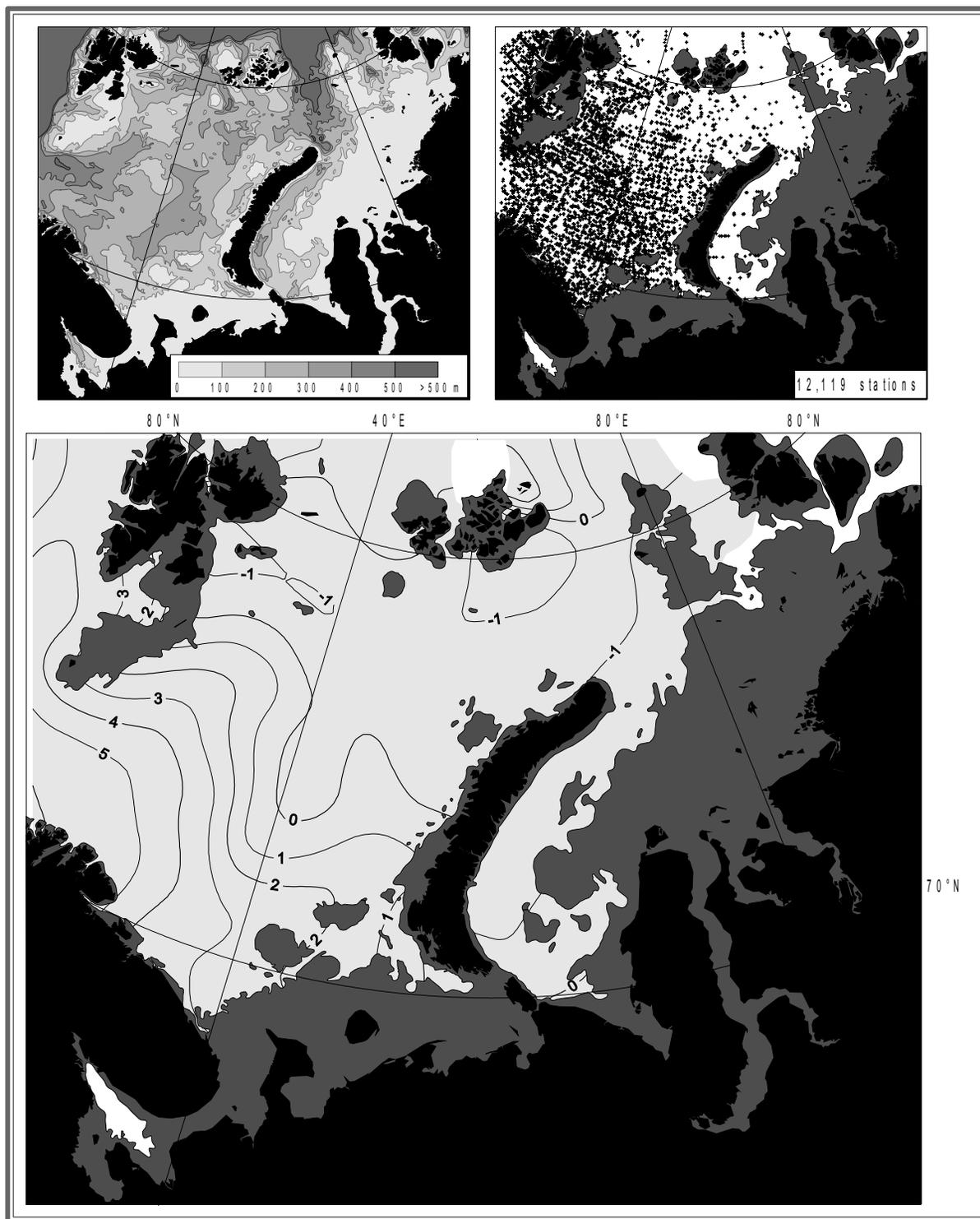


Fig. D18. Temperature (°C). August–September, 1980–1990. Depth 100 m

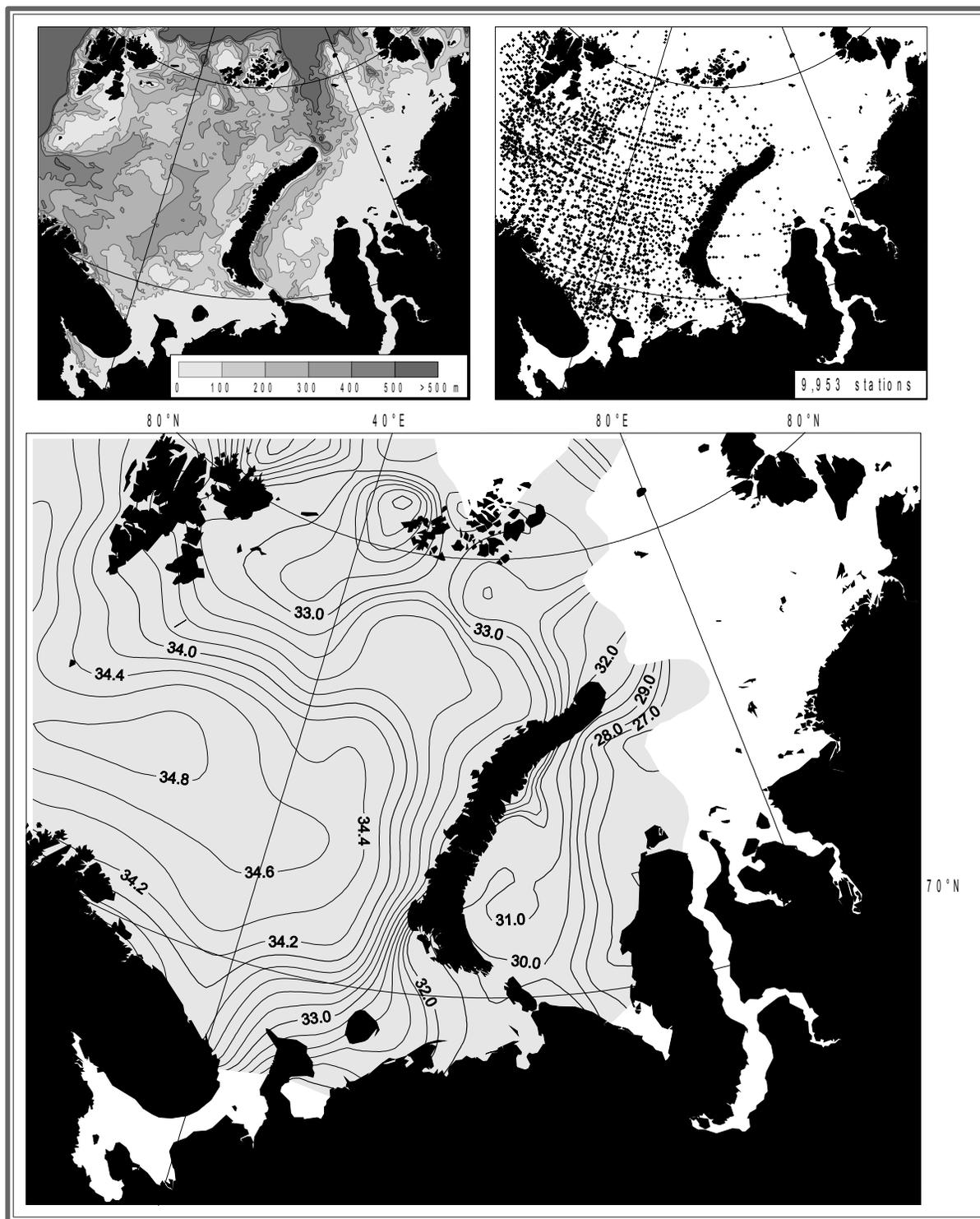


Fig. D19. Salinity (psu). August–September, 1980–1990. Depth 0 m

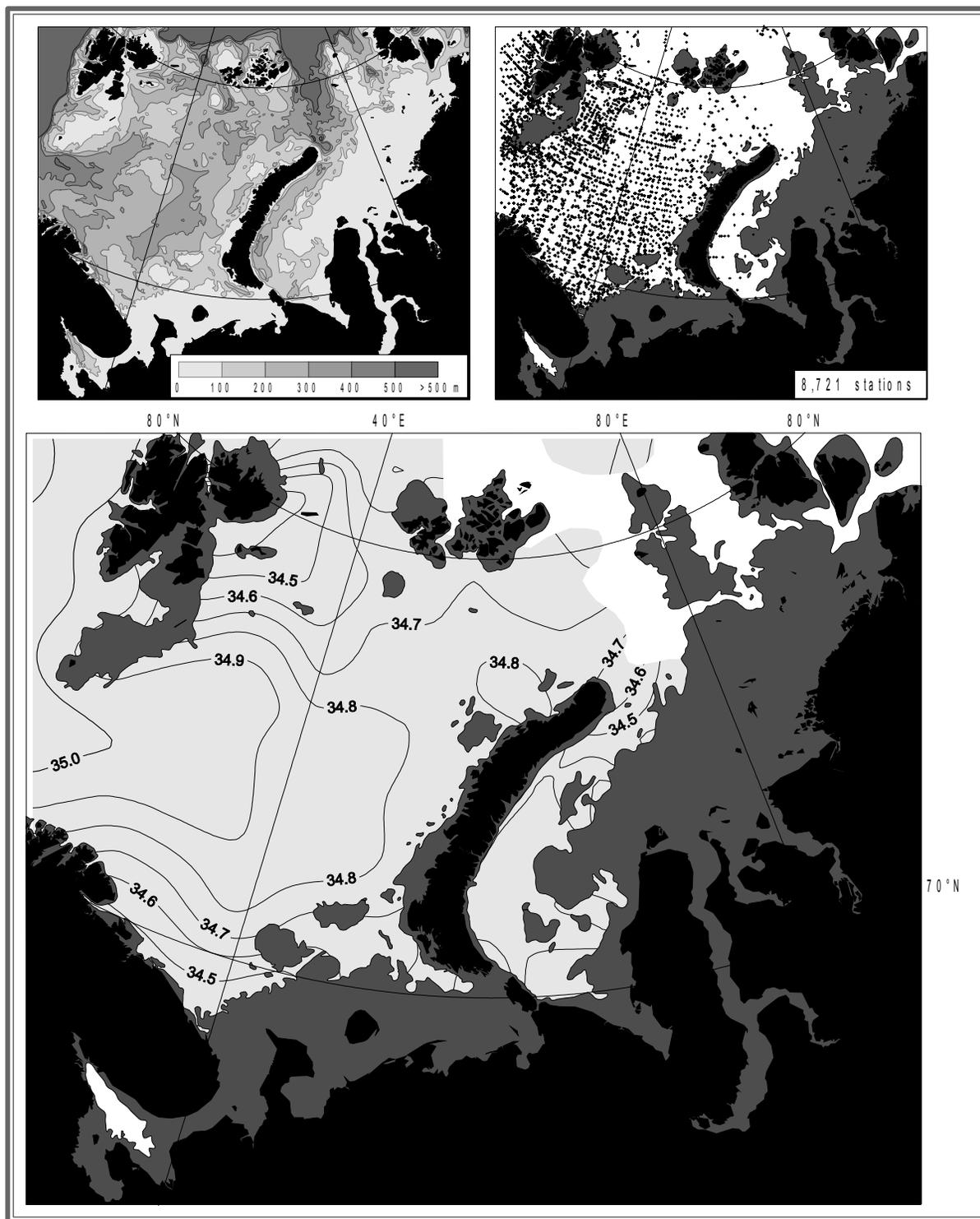


Fig. D20. Salinity (pss). August–September, 1980–1990. Depth 100 m

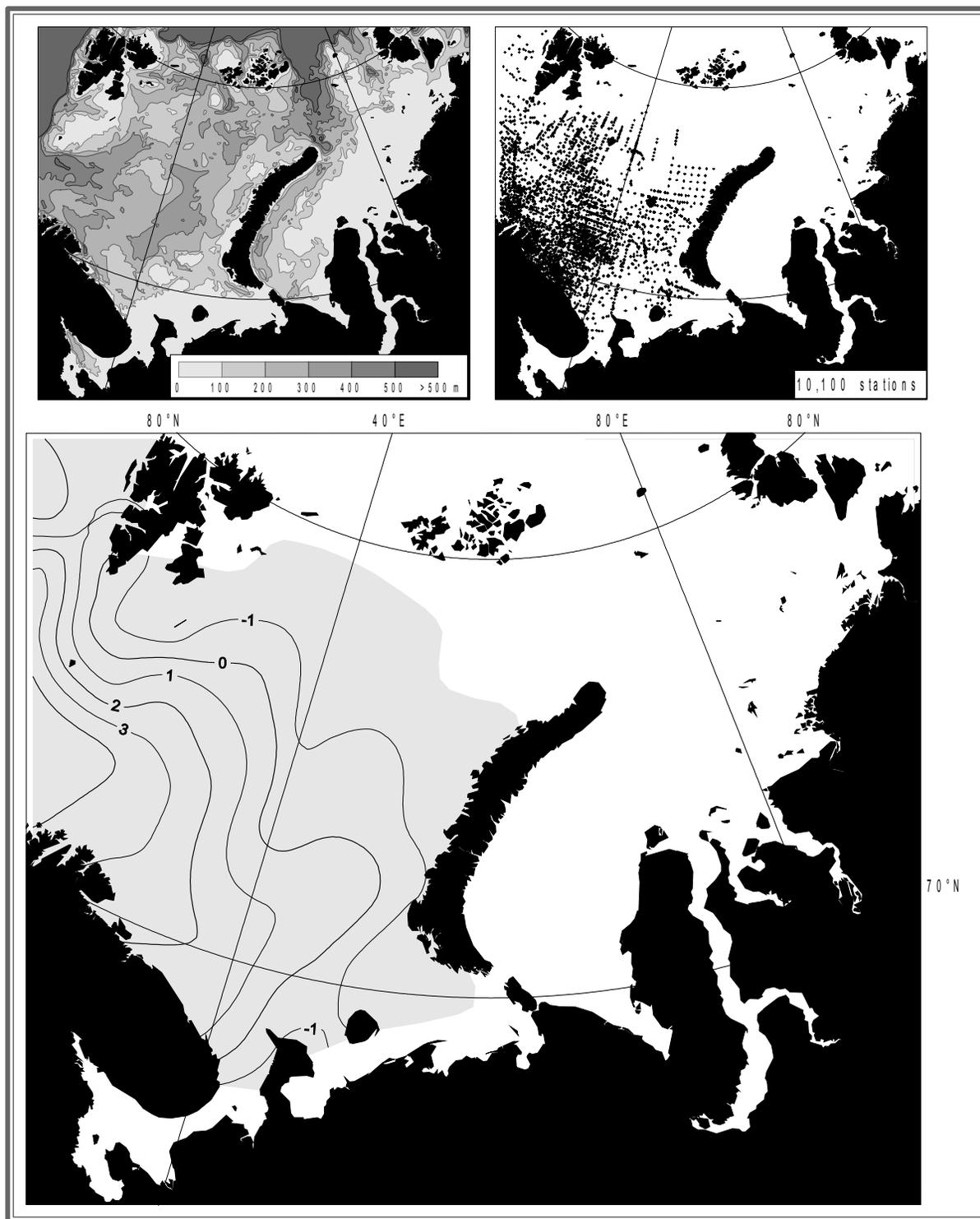


Fig. D21. Temperature (°C). February-April, 1980–1990. Depth 0 m

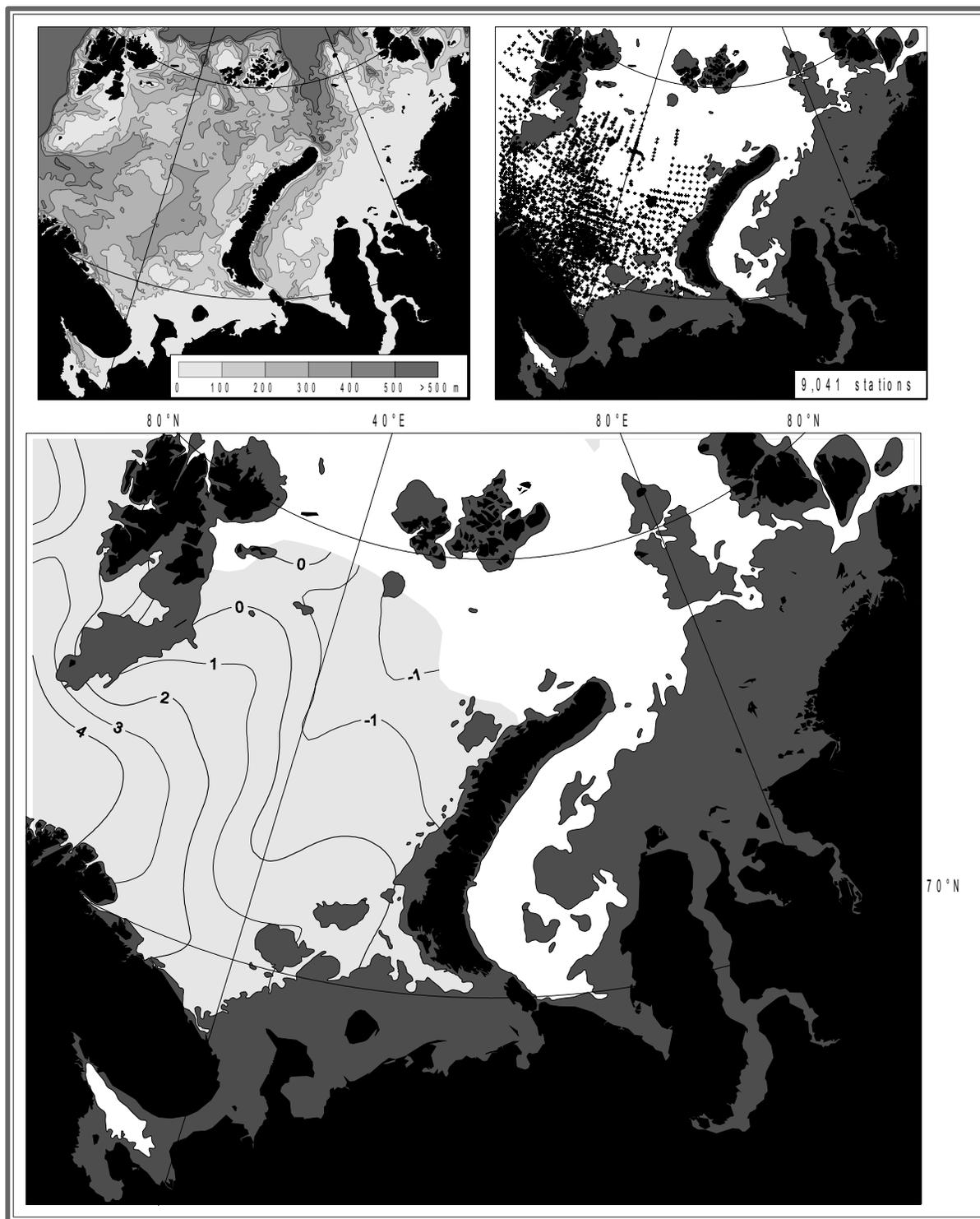


Fig. D22. Temperature (°C). February-April, 1980–1990. Depth 100 m

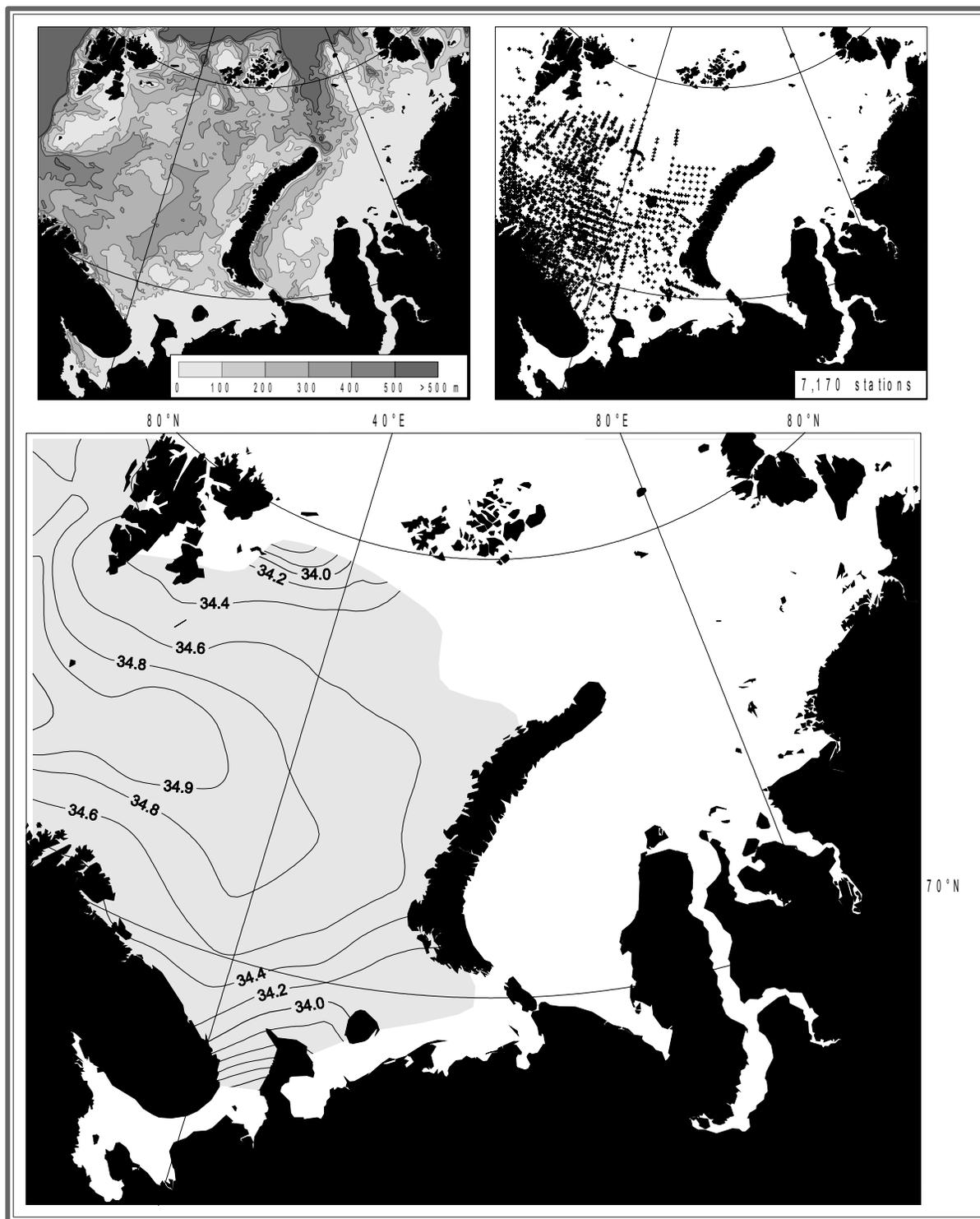


Fig. D23. Salinity (psu). February-April, 1980–1990. Depth 0 m

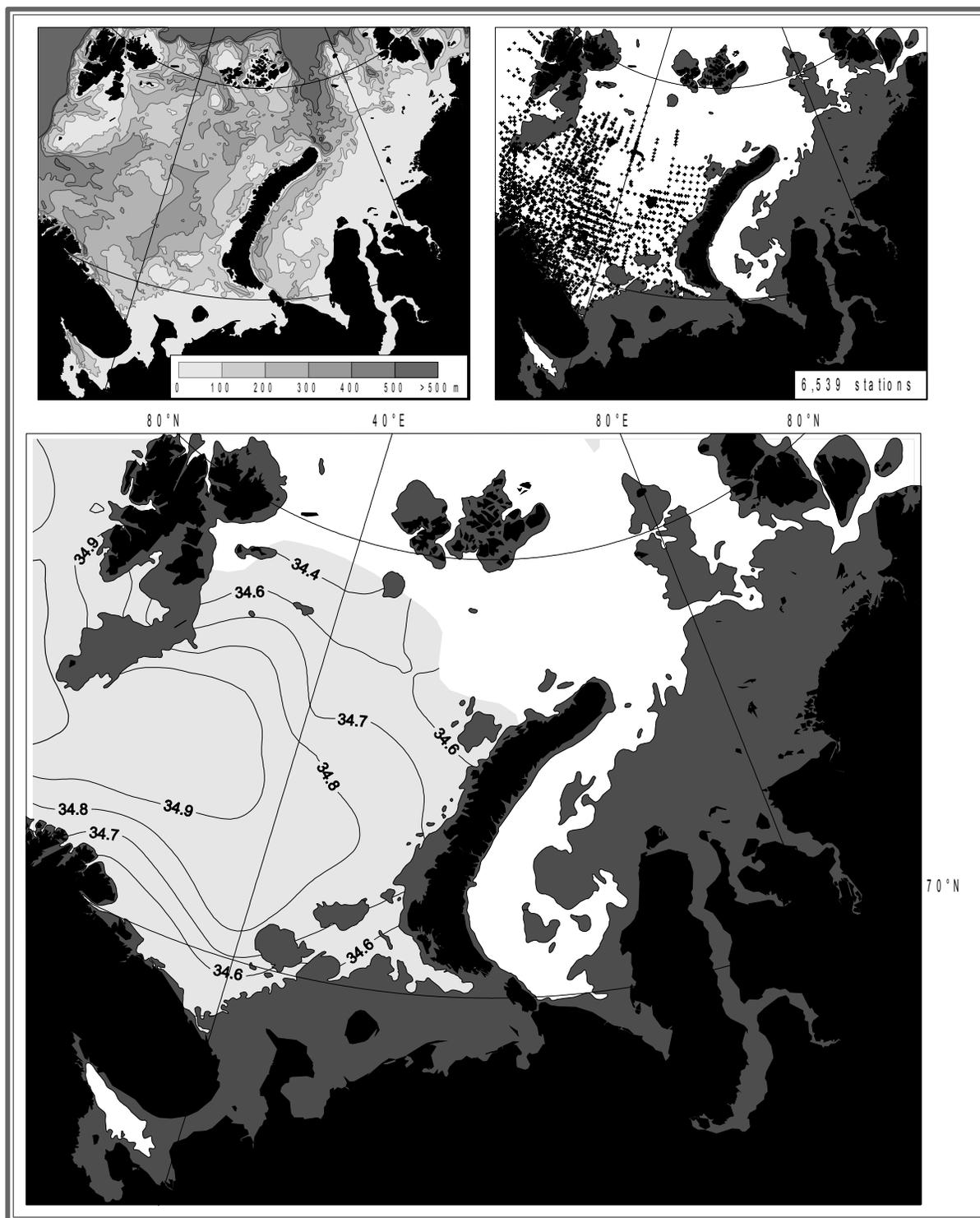


Fig. D24. Salinity (psu). February-April, 1980–1990. Depth 100 m

Appendix E. Phytoplankton

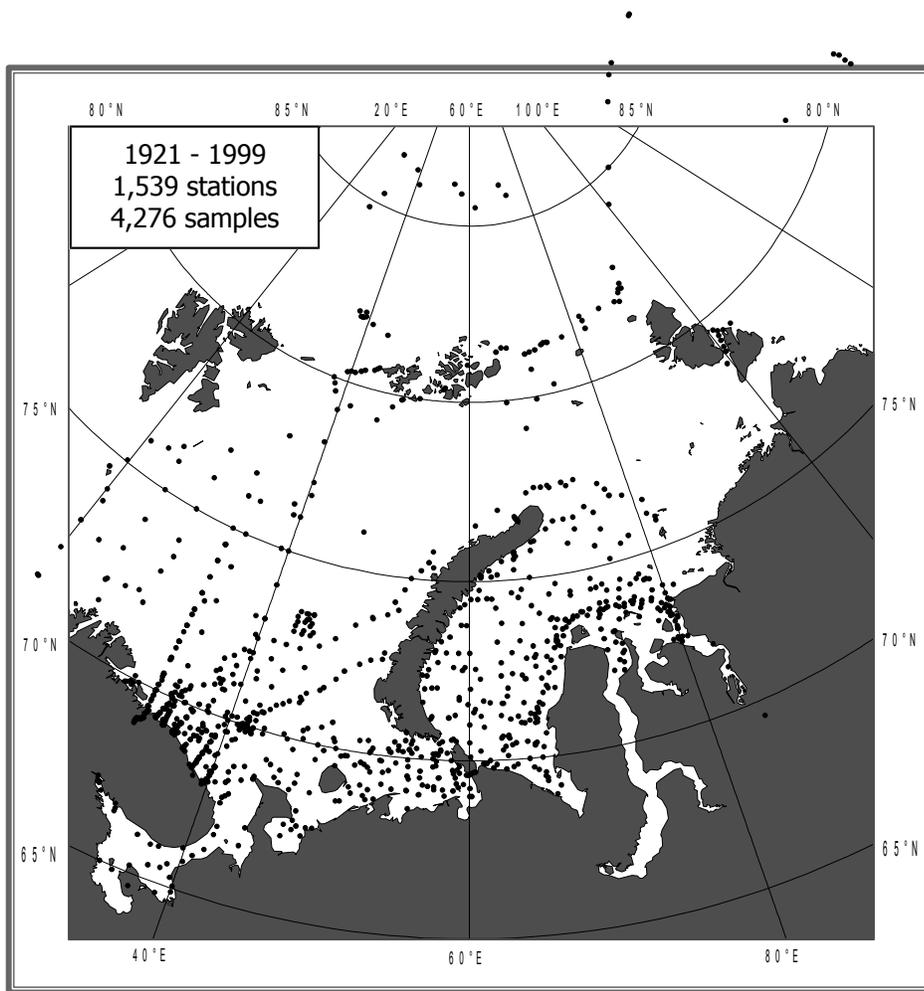


Fig. E1. Distribution of phytoplankton data

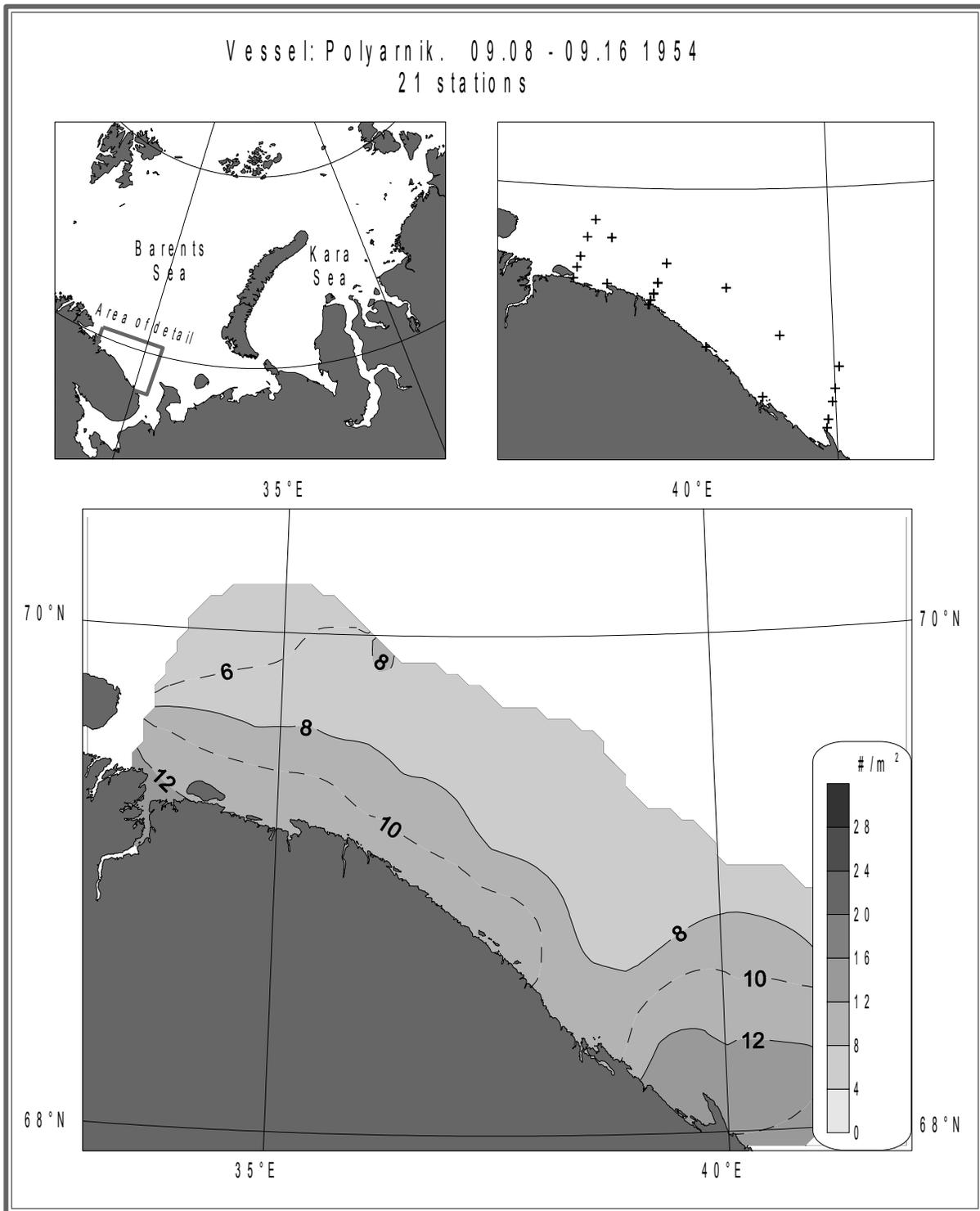


Fig. E2.1. Phytoplankton. Surface-bottom. Number of species. September, 1954

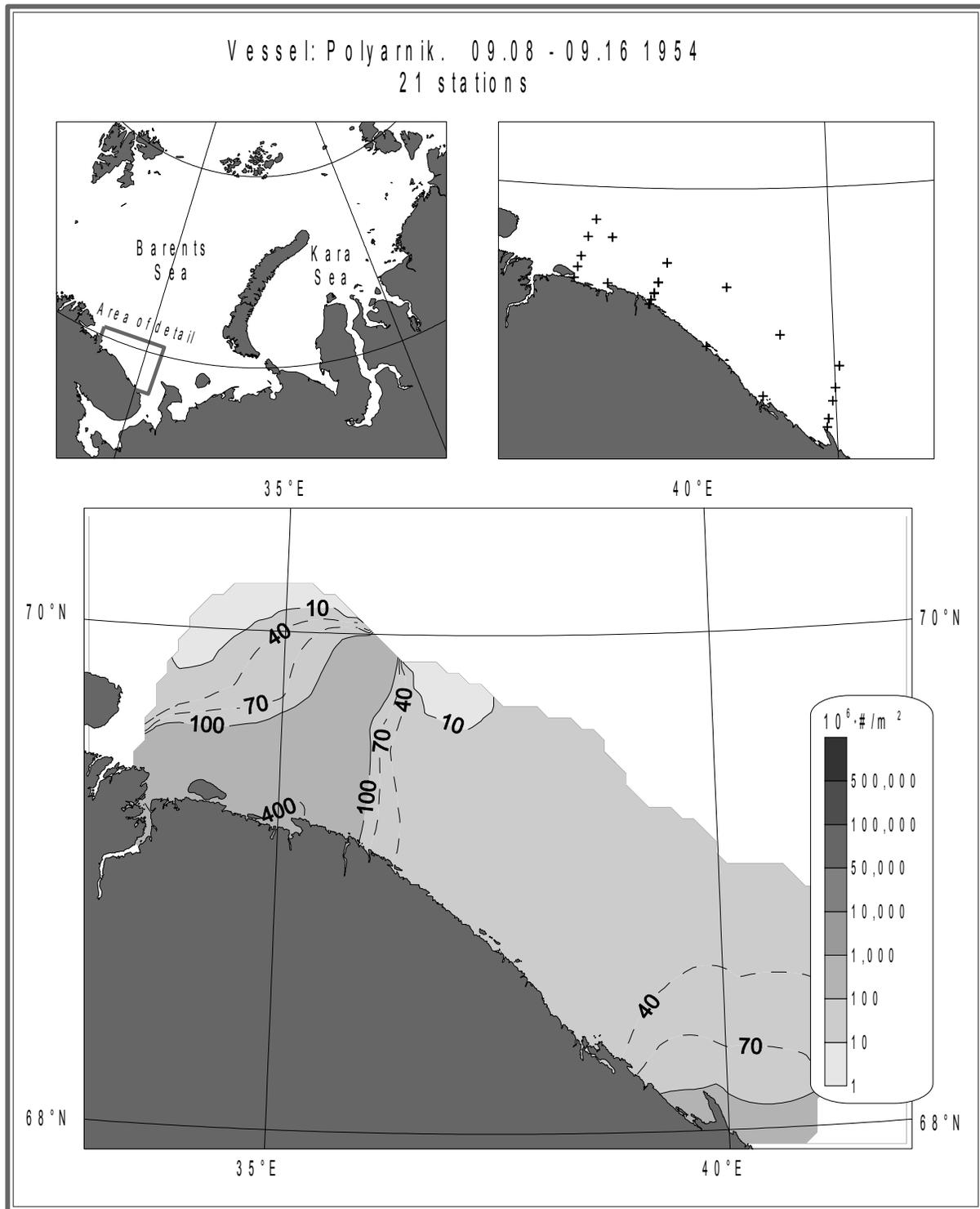


Fig. E2.2. Phytoplankton. Surface-bottom. Number of cells. September, 1954

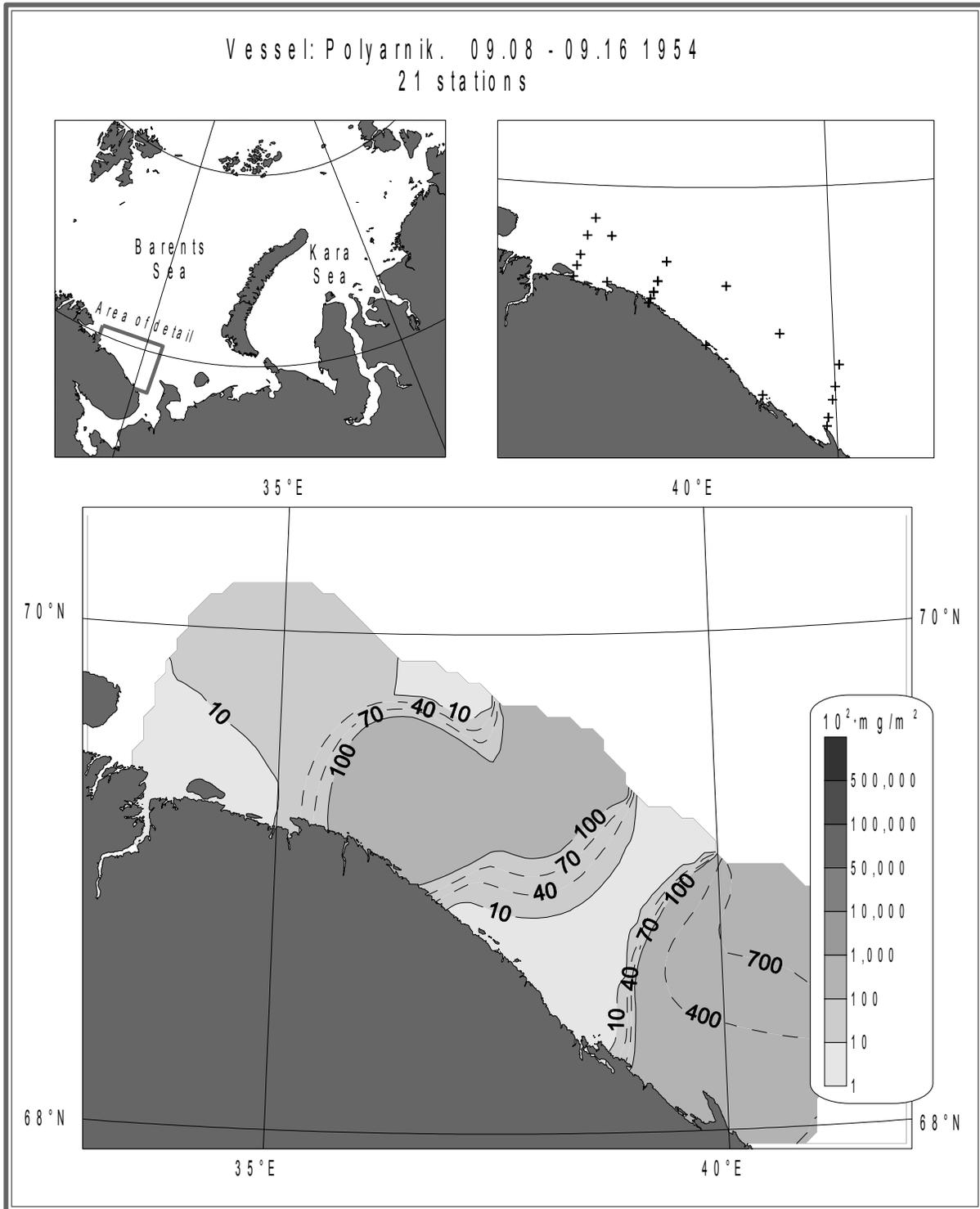


Fig. E2.3. Phytoplankton. Surface-bottom. Biomass. September, 1954

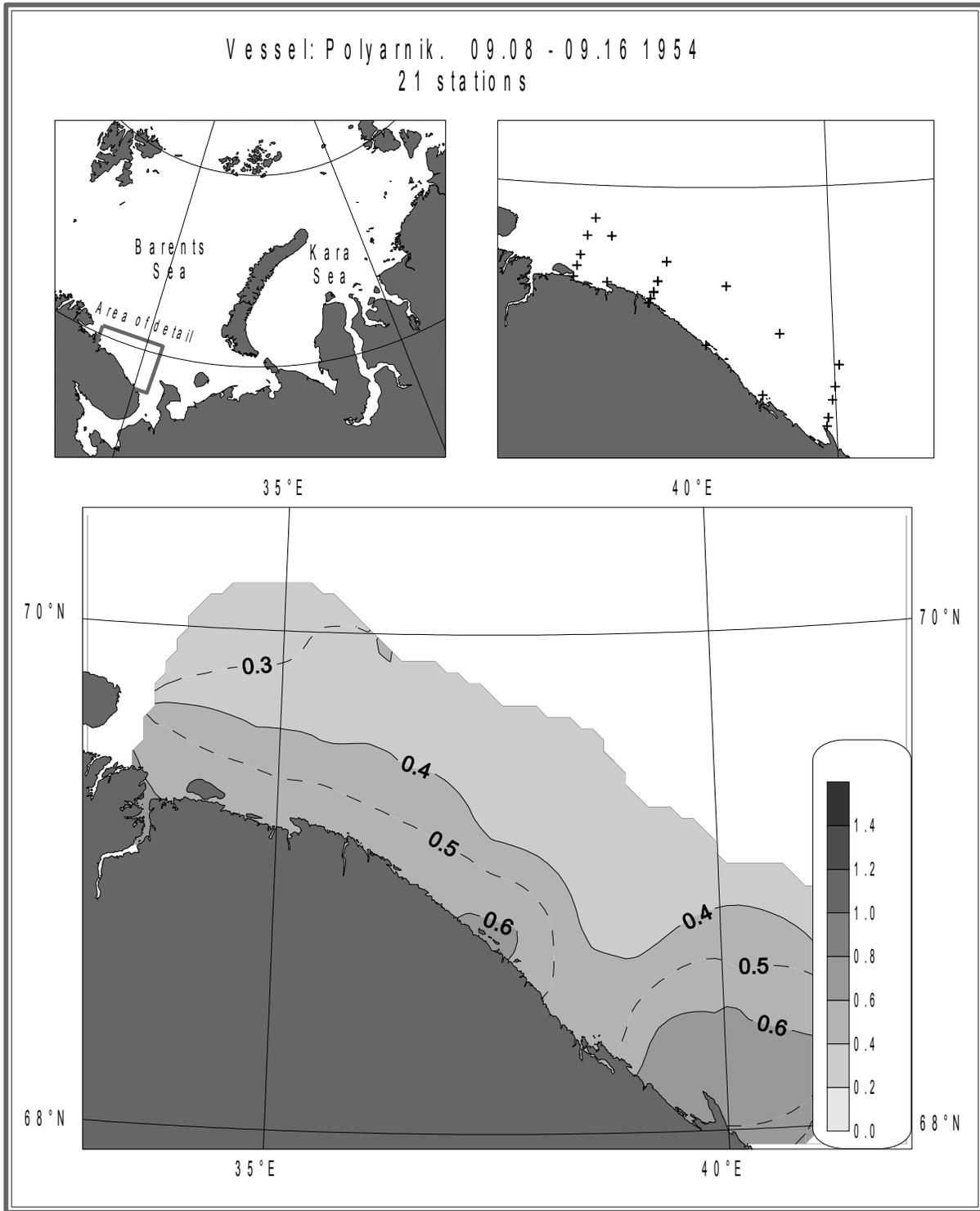


Fig. E2.4. Phytoplankton. Surface-bottom. Biodiversity. September, 1954

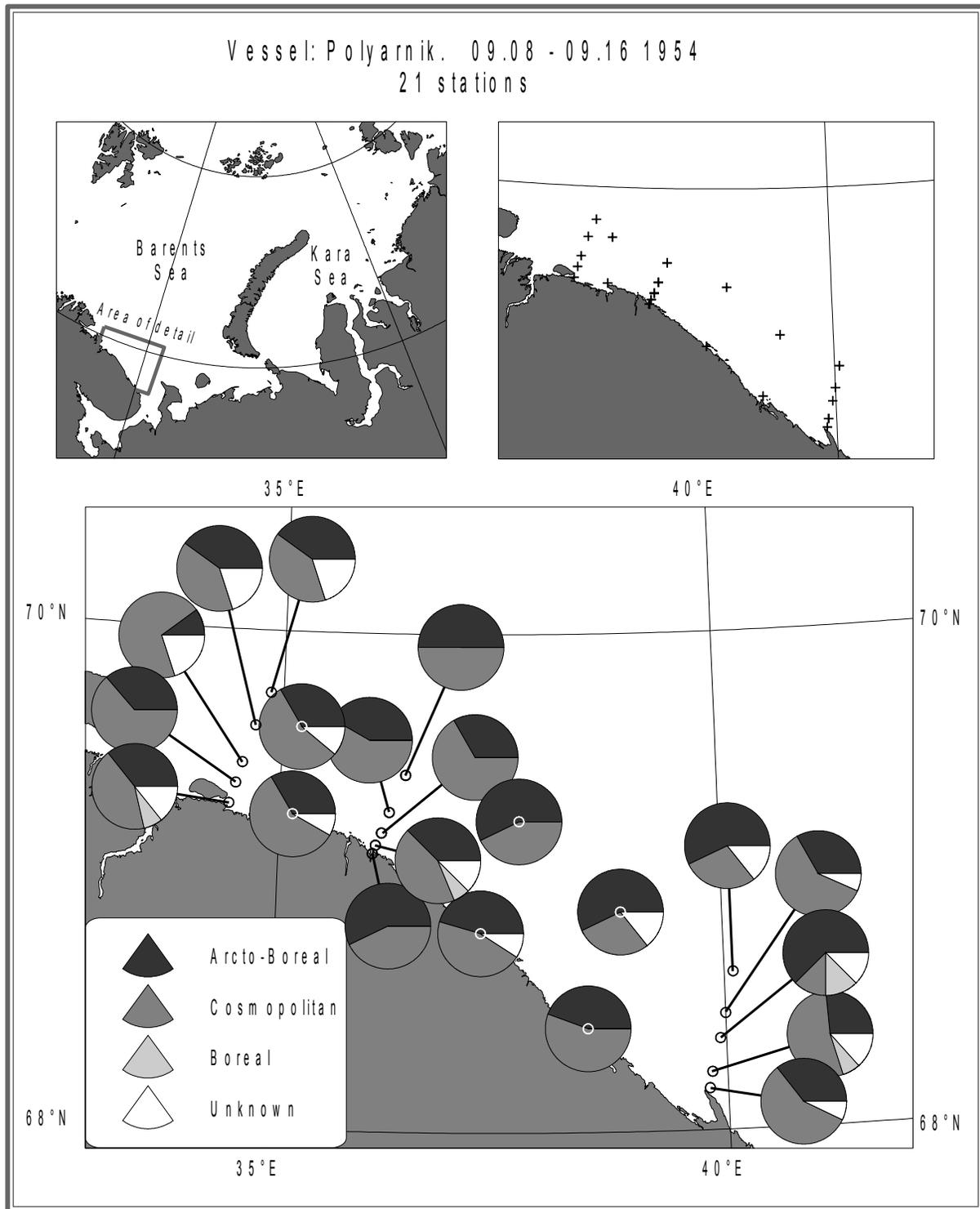


Fig. E2.5. Phytoplankton. Surface-bottom. Geographical characteristics. September, 1954

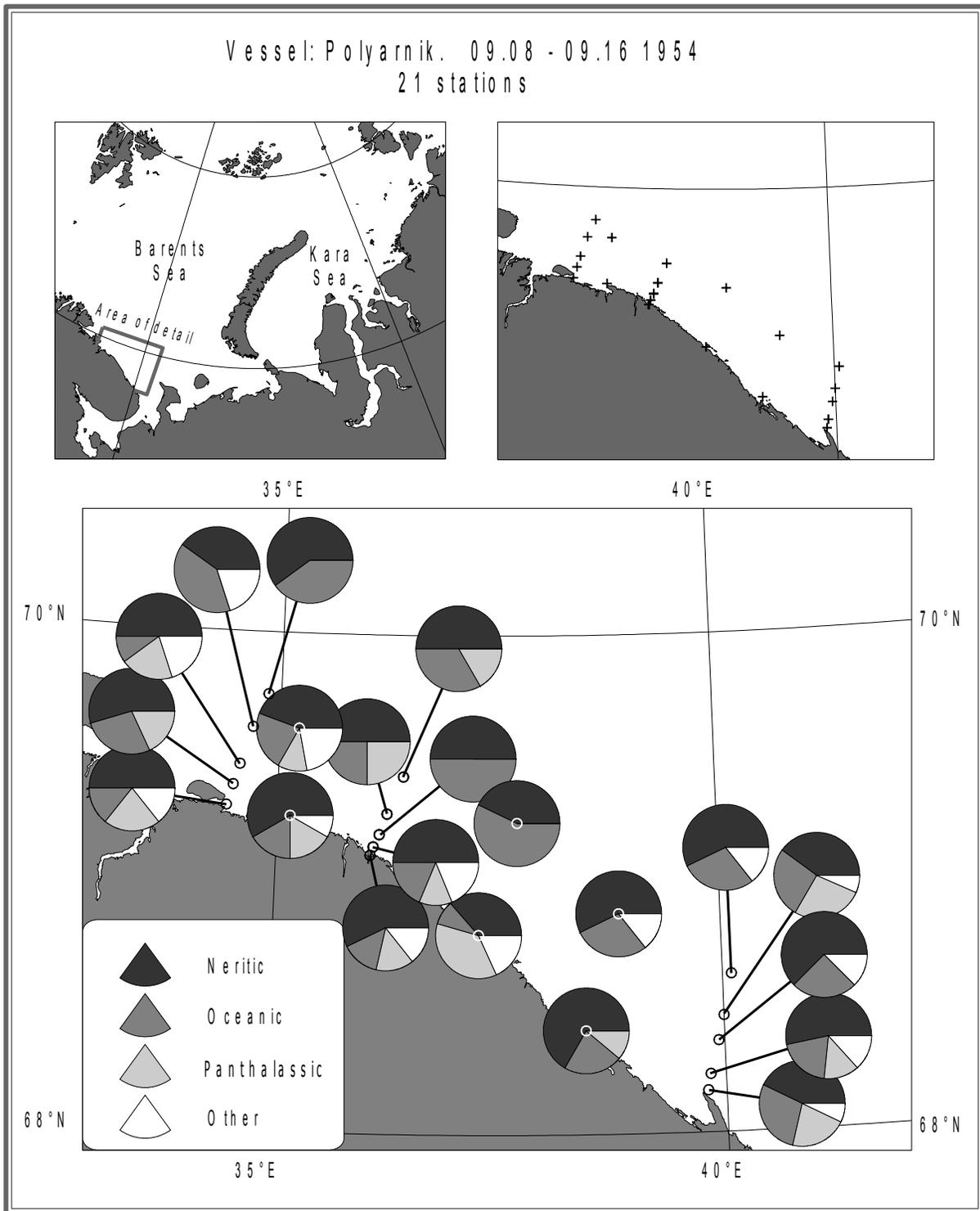


Fig. E2.6. Phytoplankton. Surface-bottom. Ecological characteristics. September, 1954

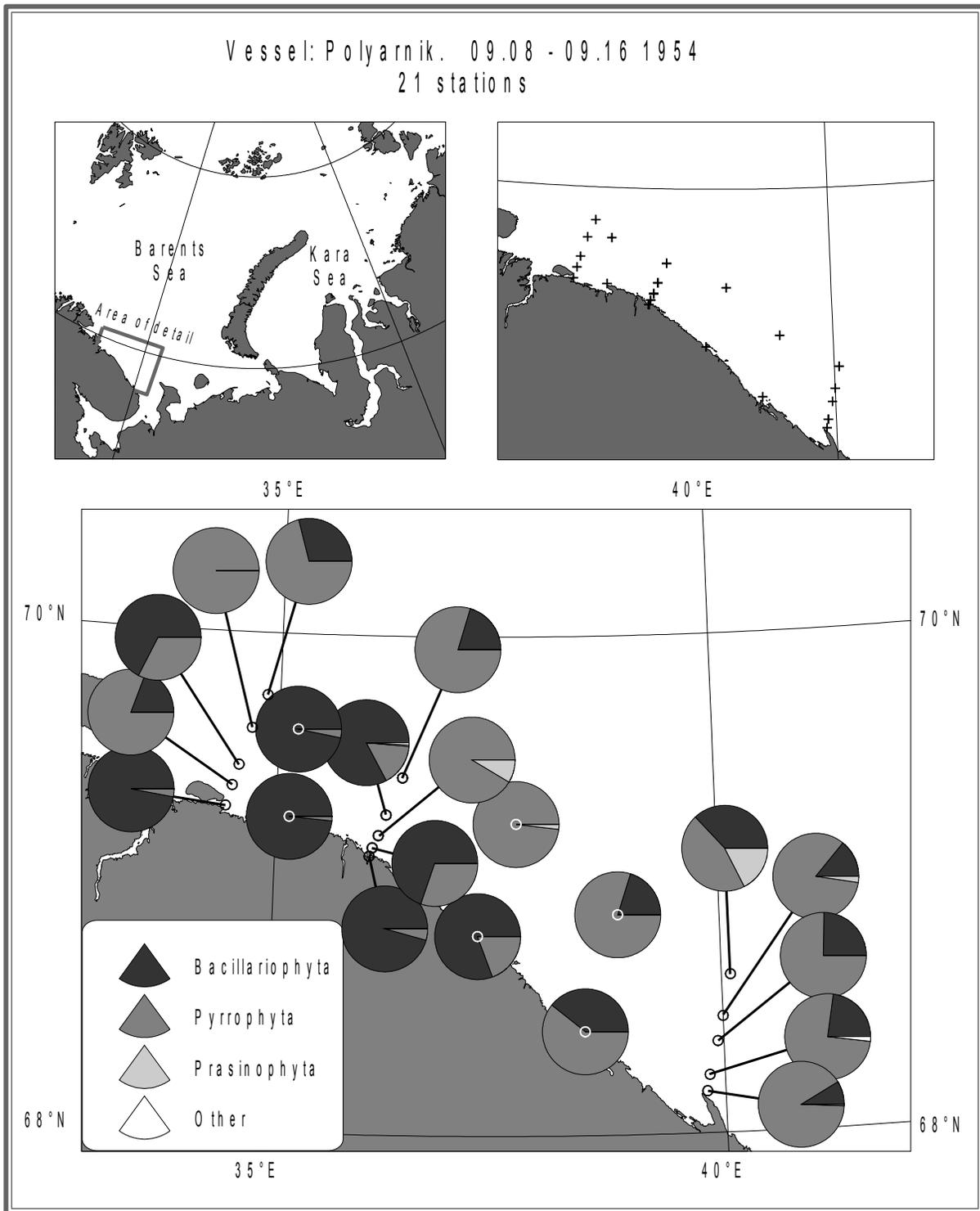


Fig. E2.7. Phytoplankton. Surface-bottom. Taxonomic composition. September, 1954

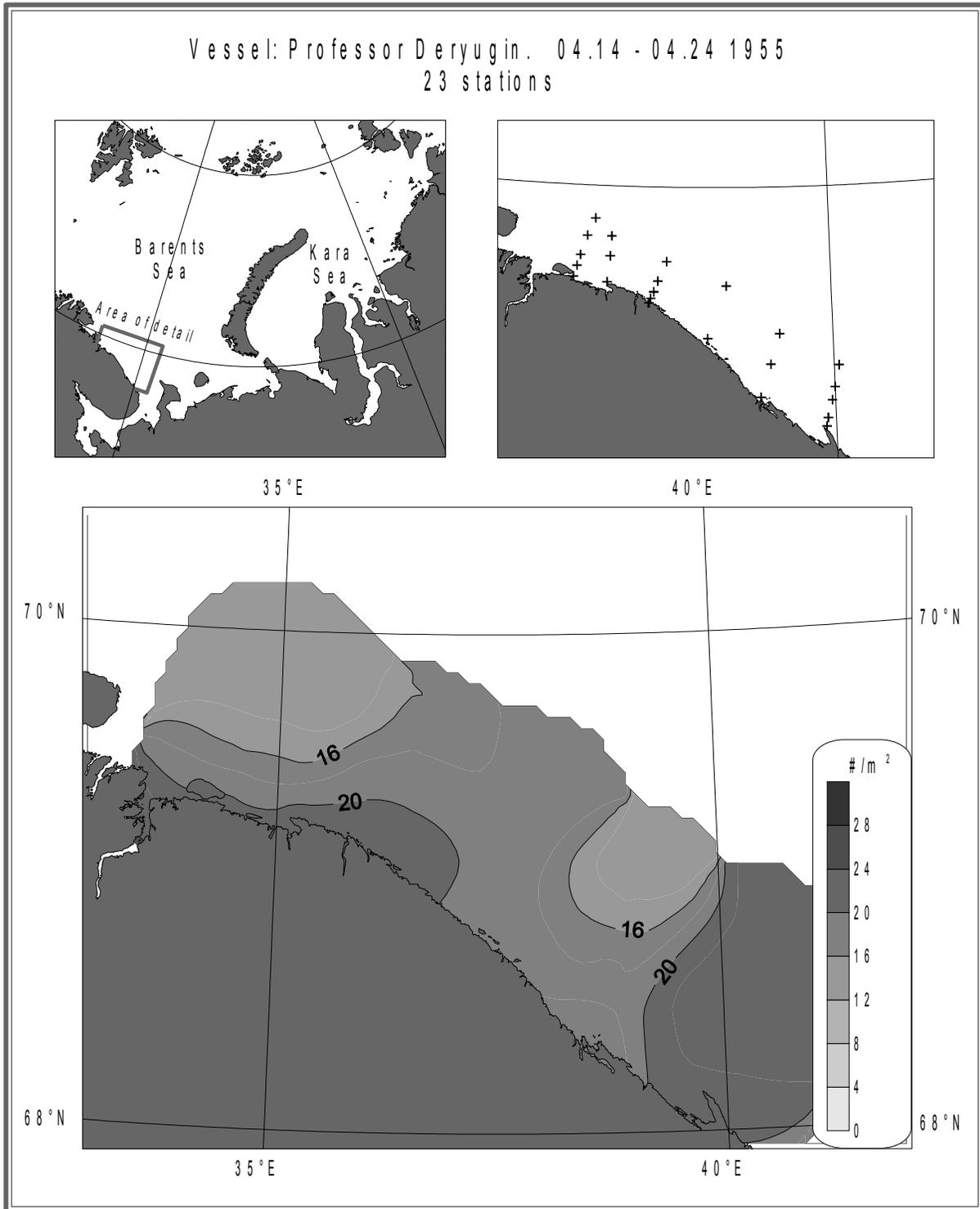


Fig. E2.8. Phytoplankton. Surface-bottom. Number of species. April, 1955

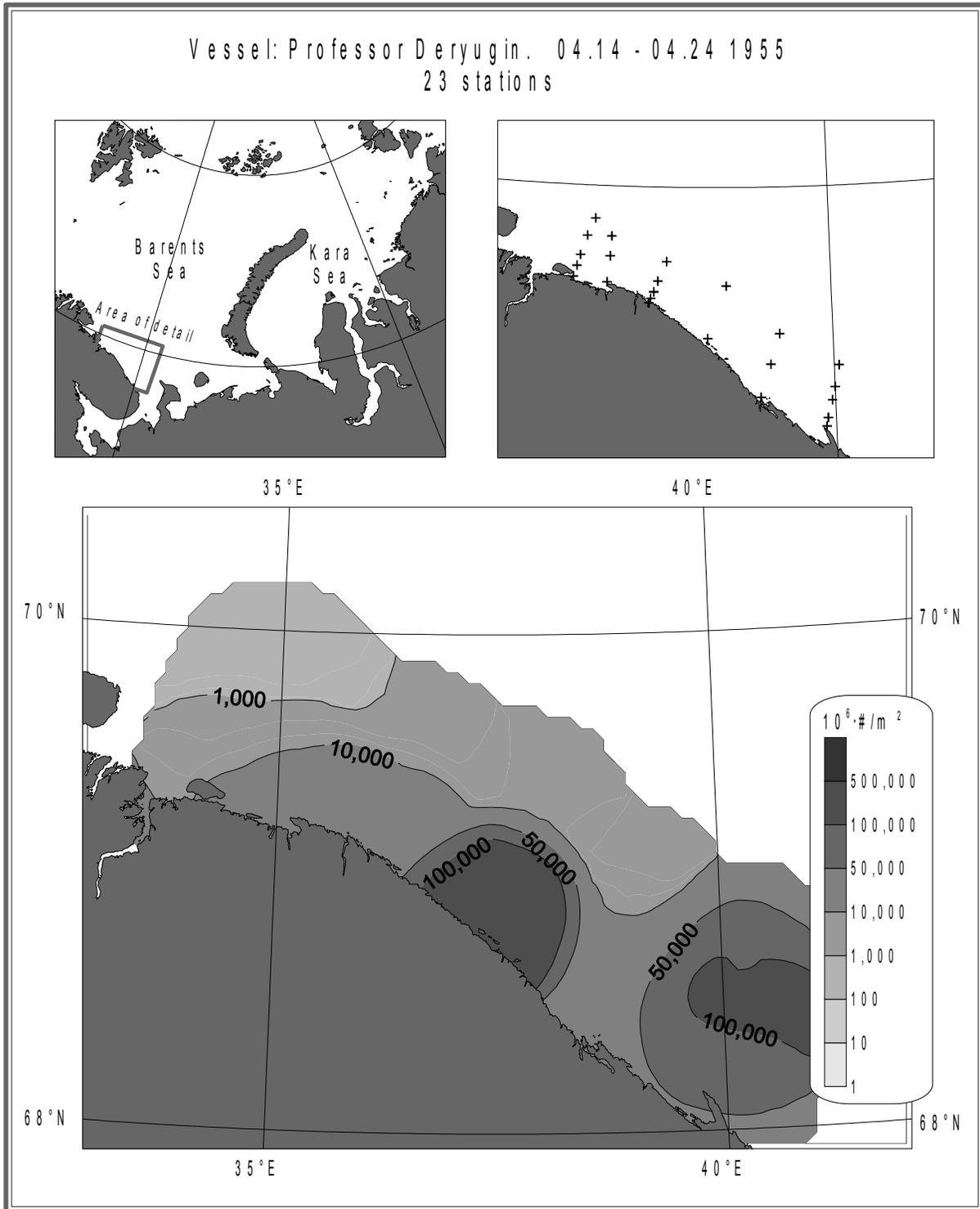


Fig. E2.9. Phytoplankton. Surface-bottom. Number of cells. April, 1955

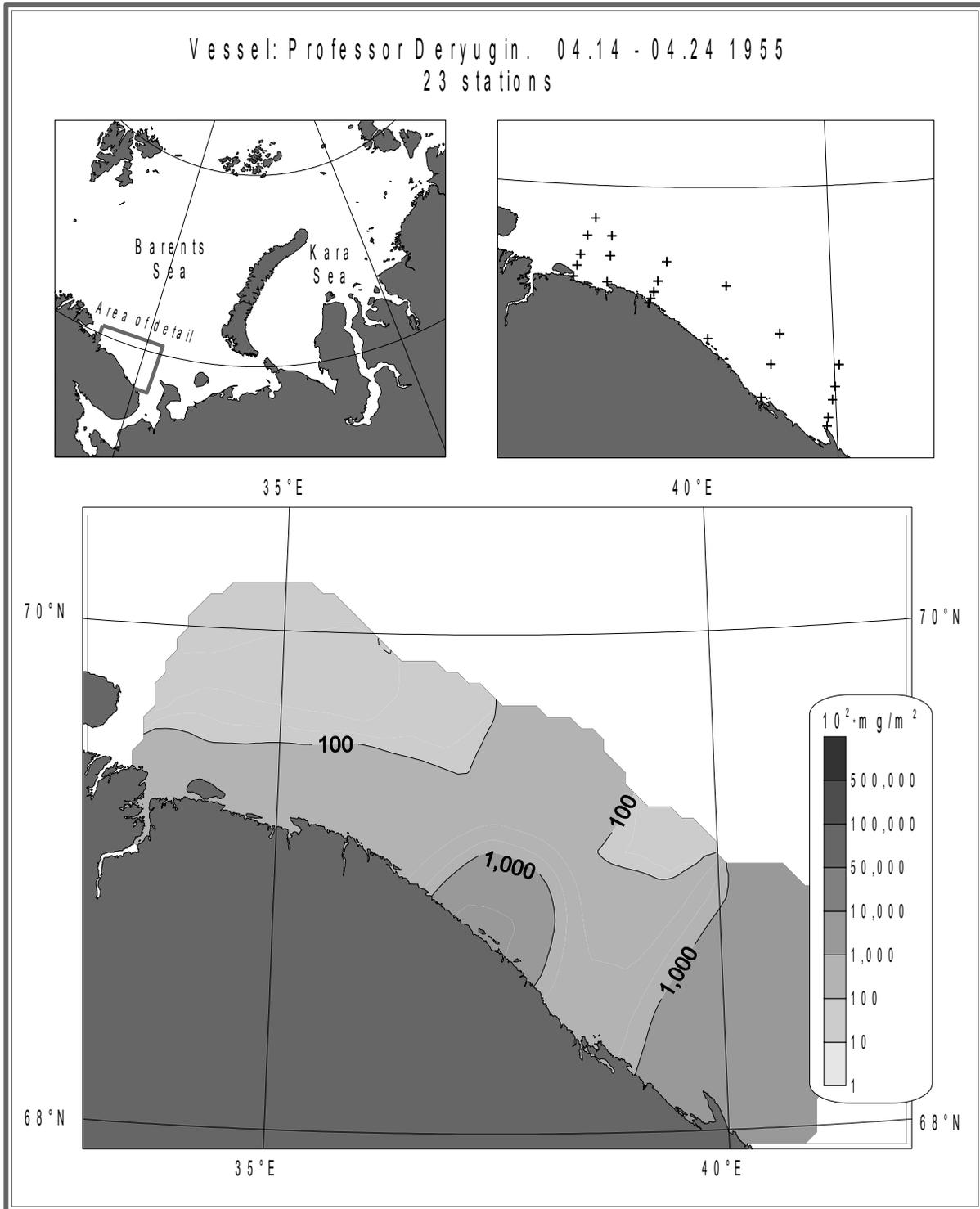


Fig. E2.10. Phytoplankton. Surface-bottom. Biomass. April, 1955

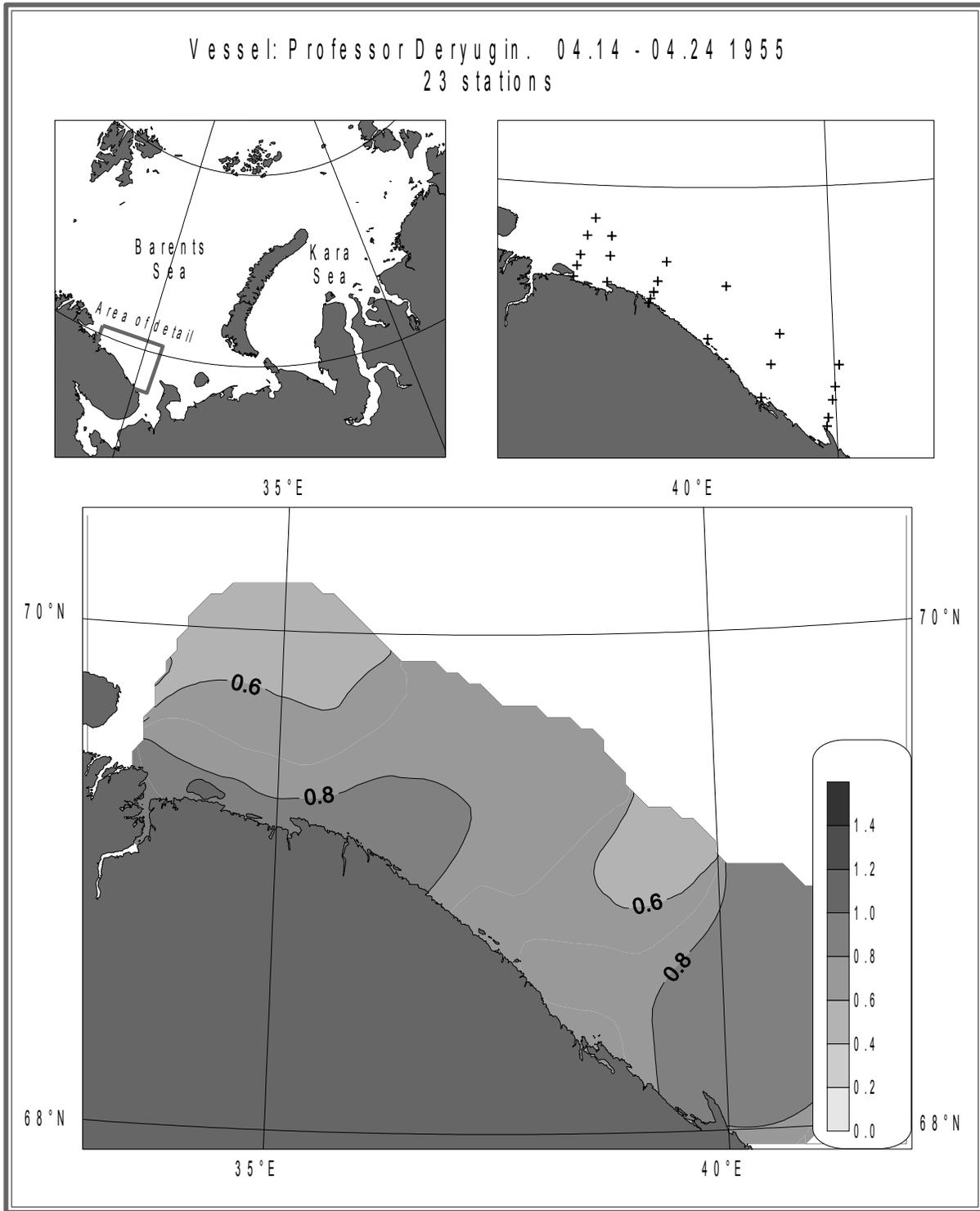


Fig. E2.11. Phytoplankton. Surface-bottom. Biodiversity. April, 1955

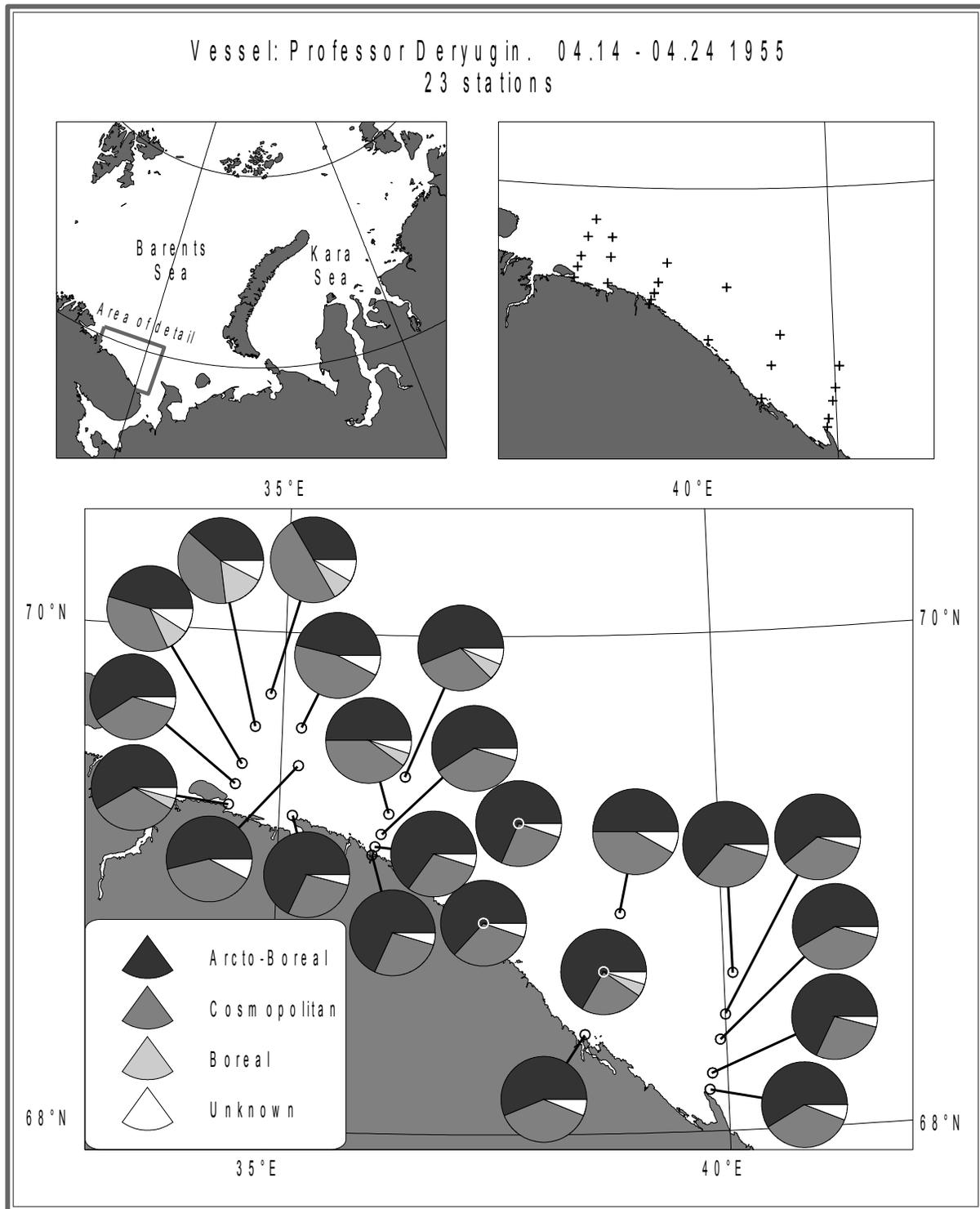


Fig. E2.12. Phytoplankton. Surface-bottom. Geographical characteristics. April, 1955

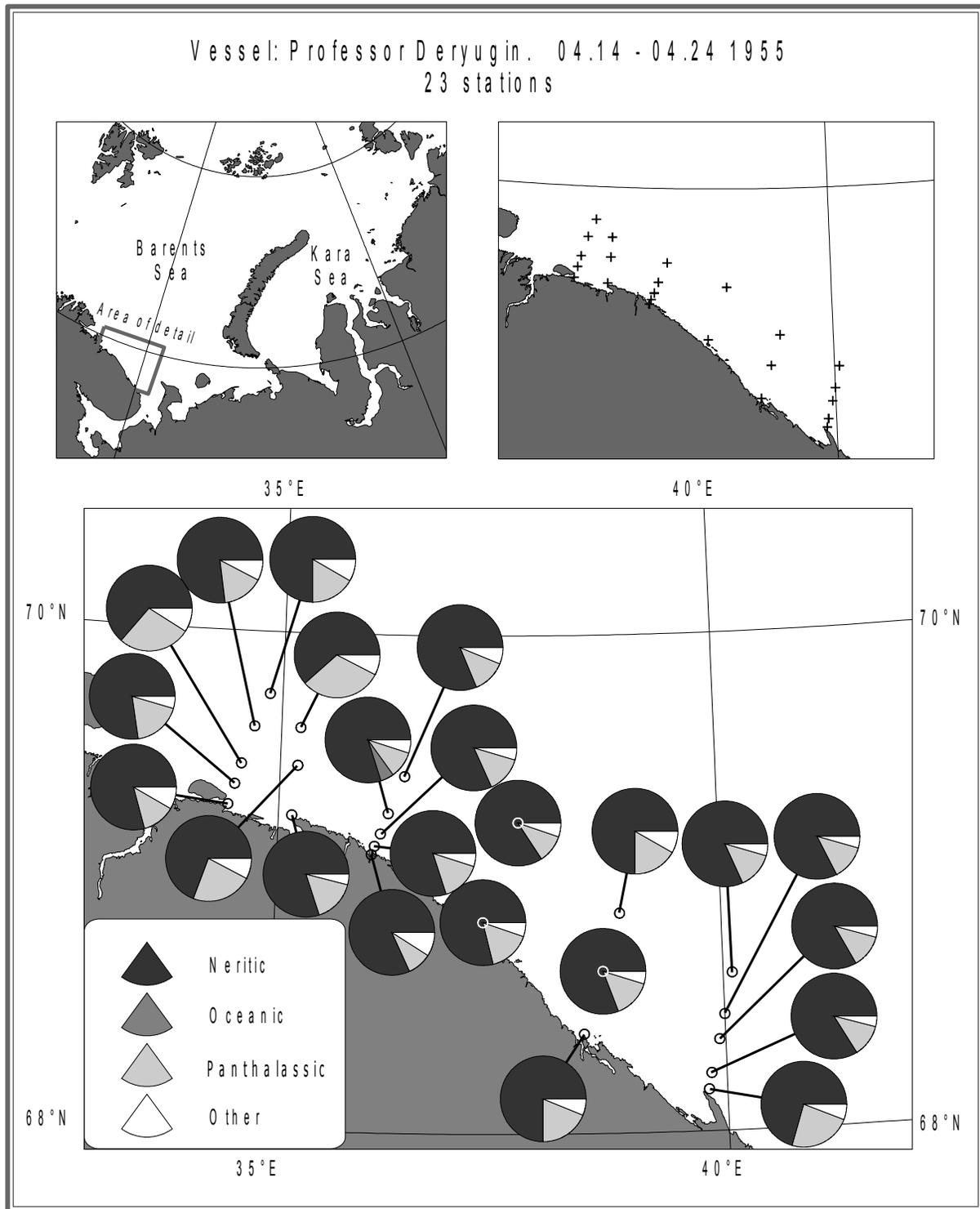


Fig. E2.13. Phytoplankton. Surface-bottom. Ecological characteristics. April, 1955

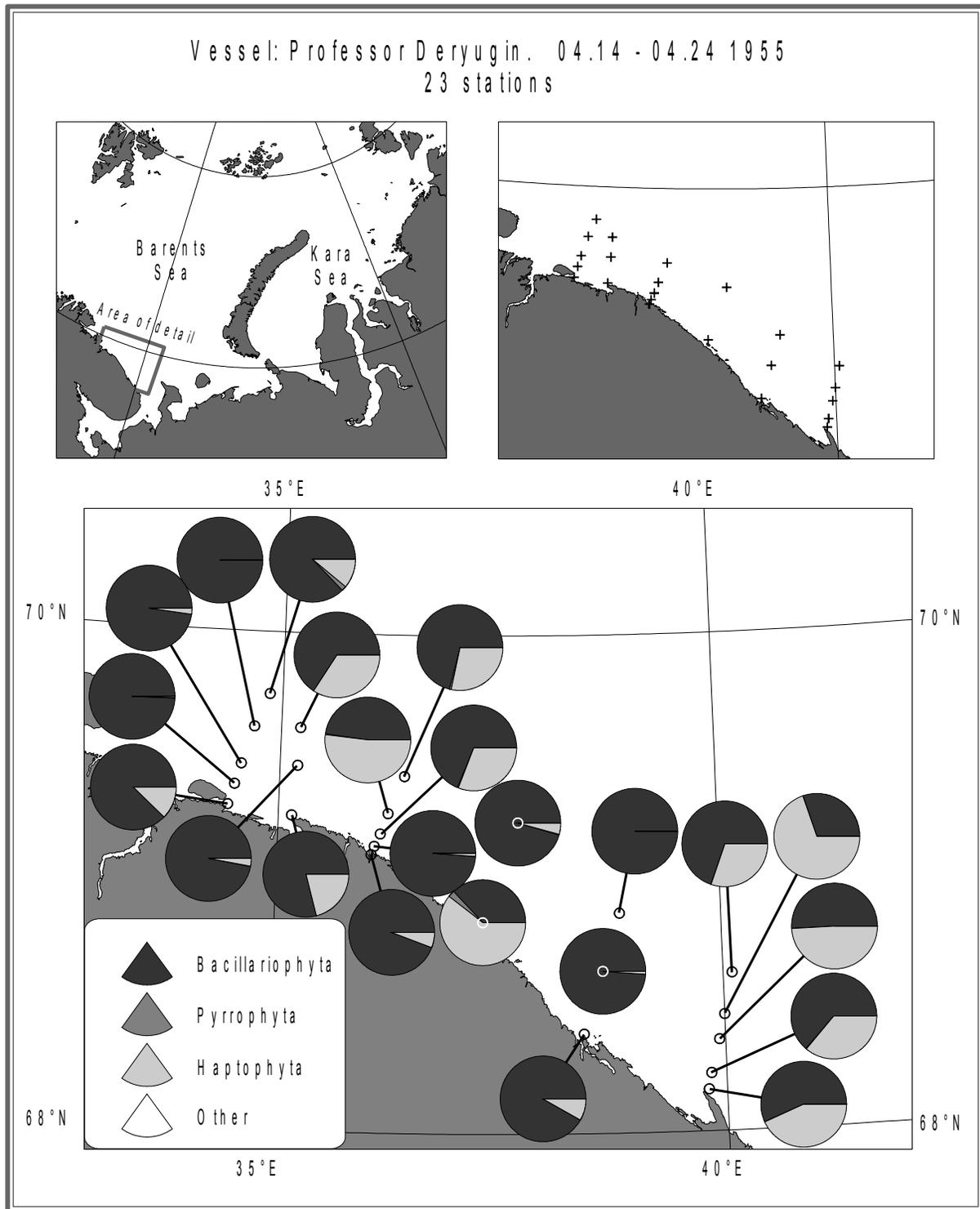


Fig. E2.14. Phytoplankton. Surface-bottom. Taxonomic composition. April, 1955

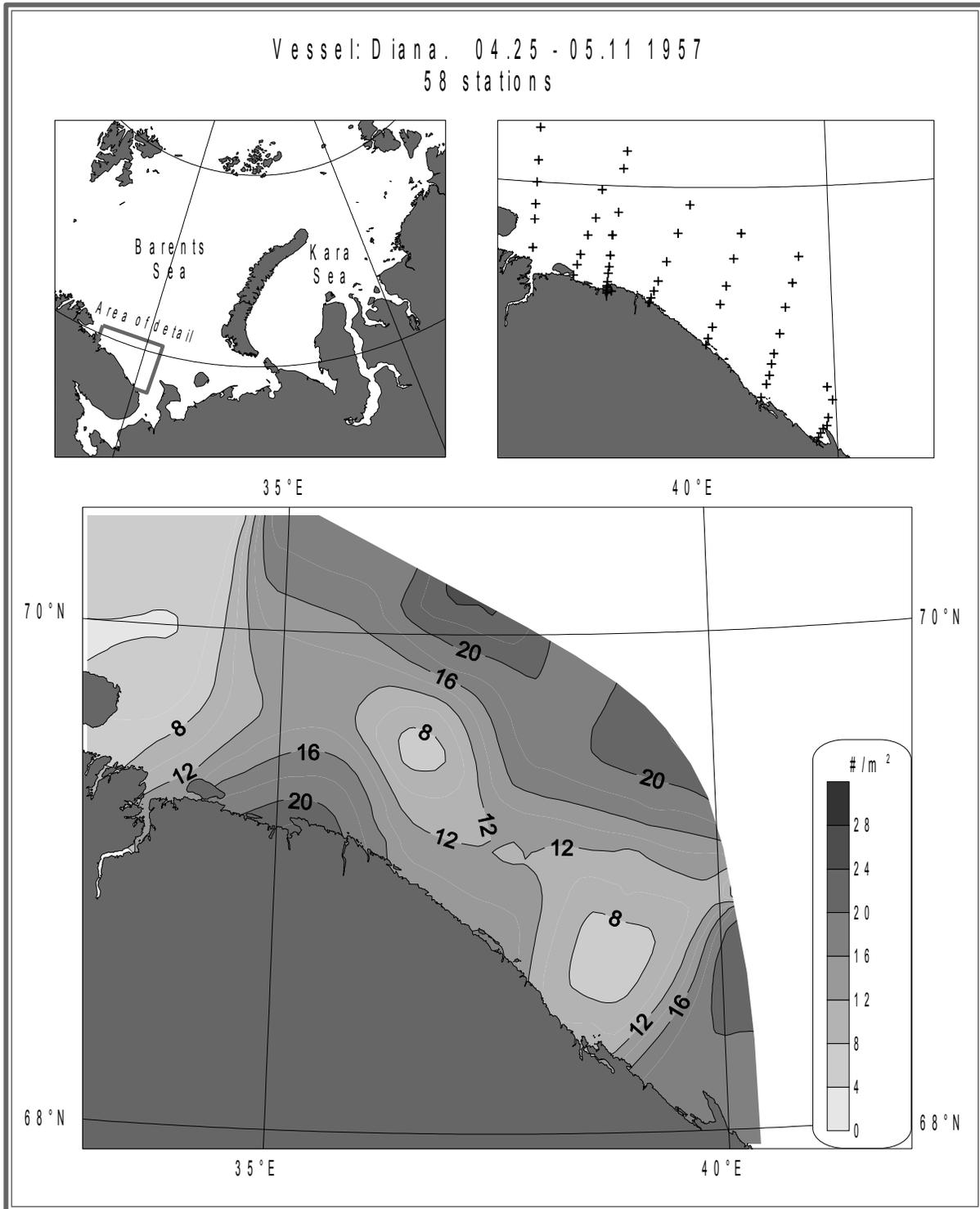


Fig. E2.15. Phytoplankton. Surface-bottom. Number of species. April-May, 1957

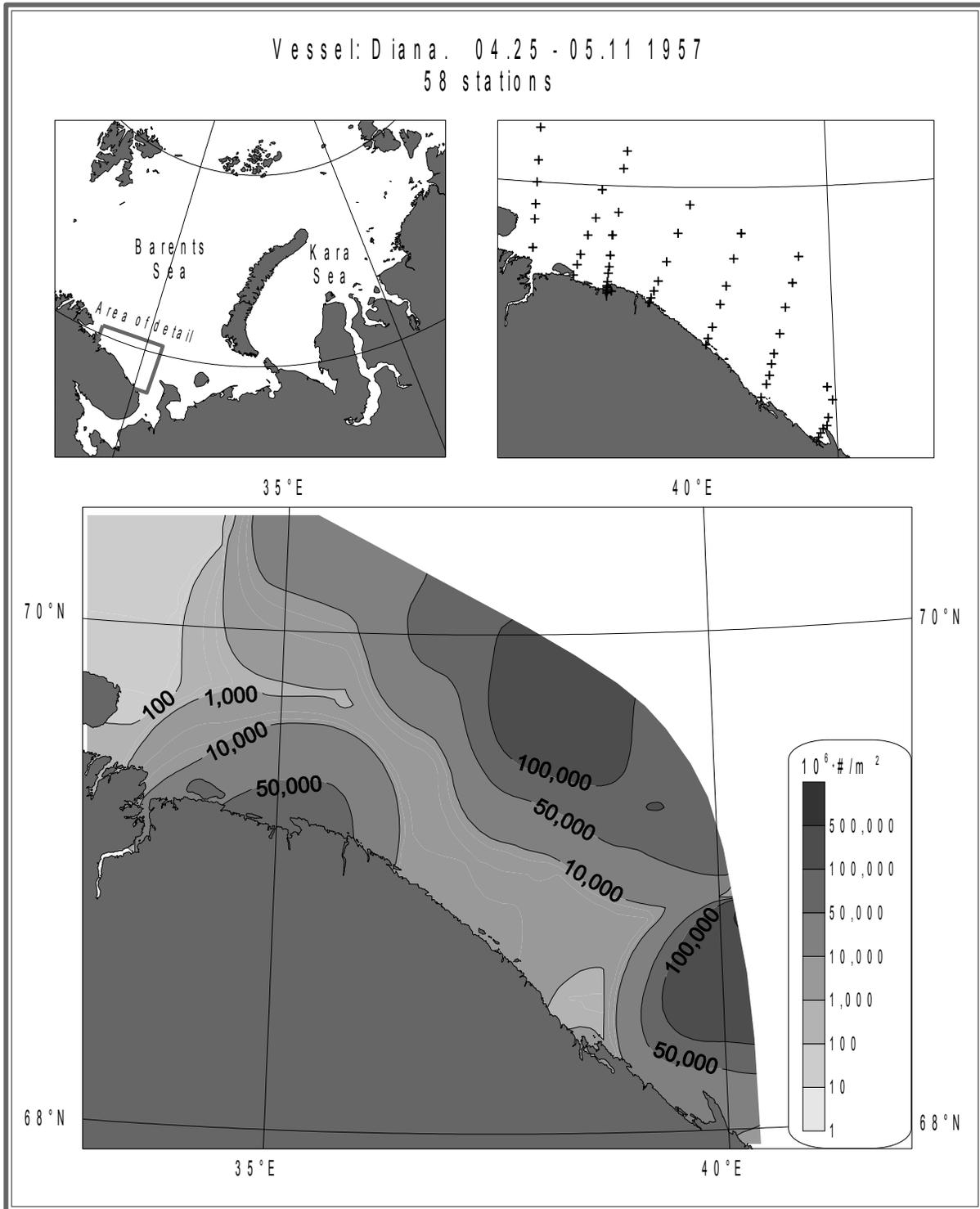


Fig. E2.16. Phytoplankton. Surface-bottom. Number of cells. April-May, 1957

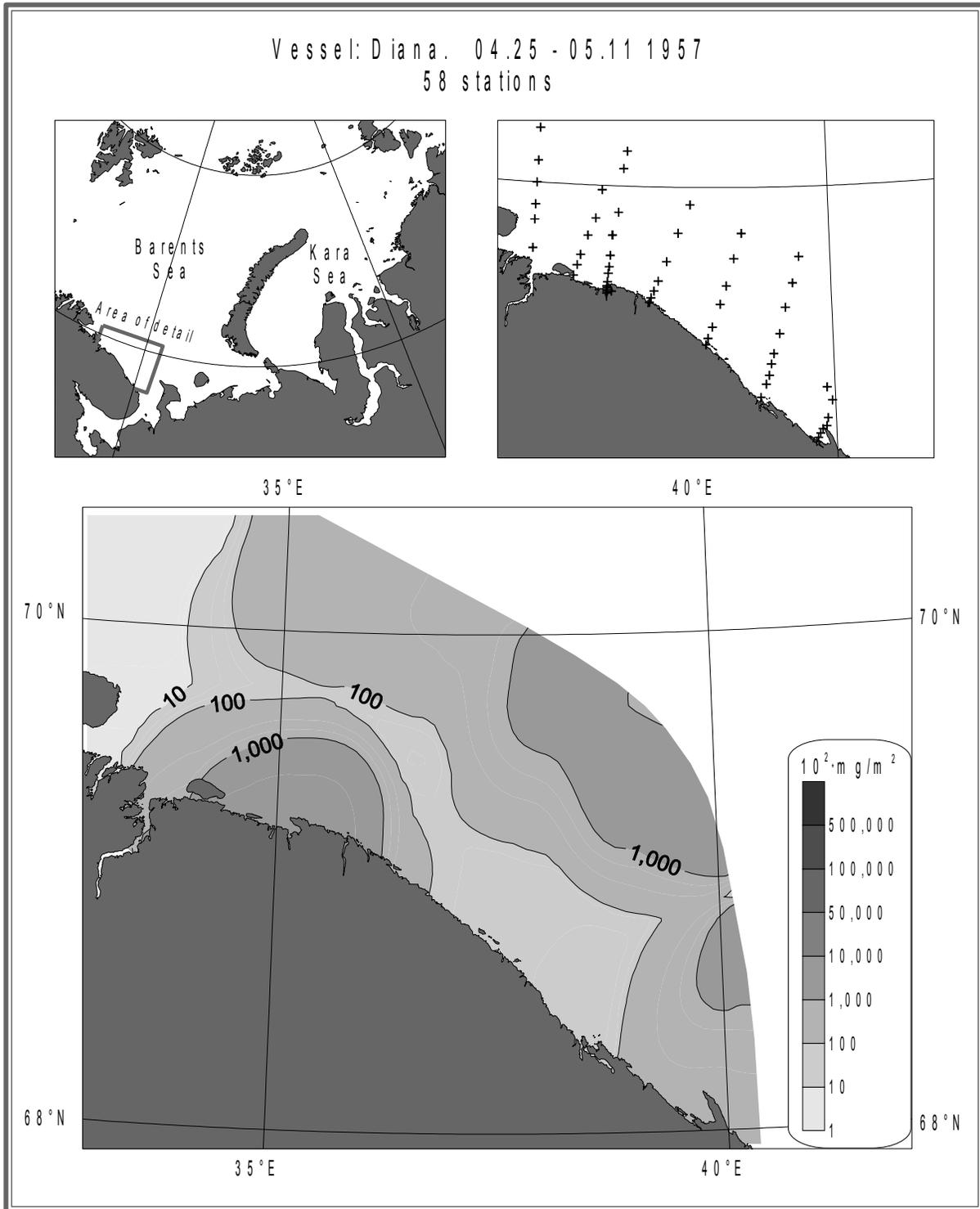


Fig. E2.17. Phytoplankton. Surface-bottom. Biomass. April-May, 1957

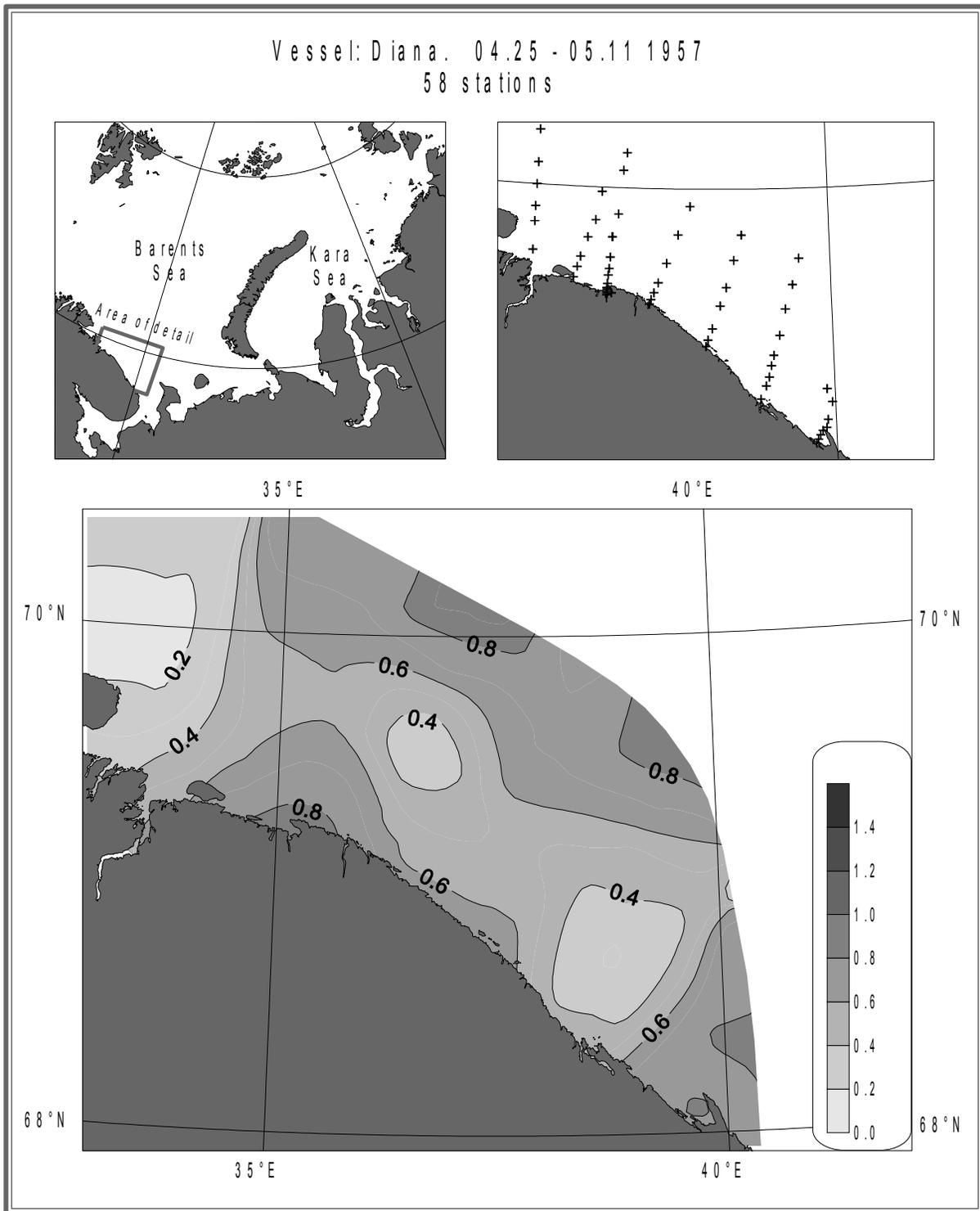


Fig. E2.18. Phytoplankton. Surface-bottom. Biodiversity. April-May, 1957

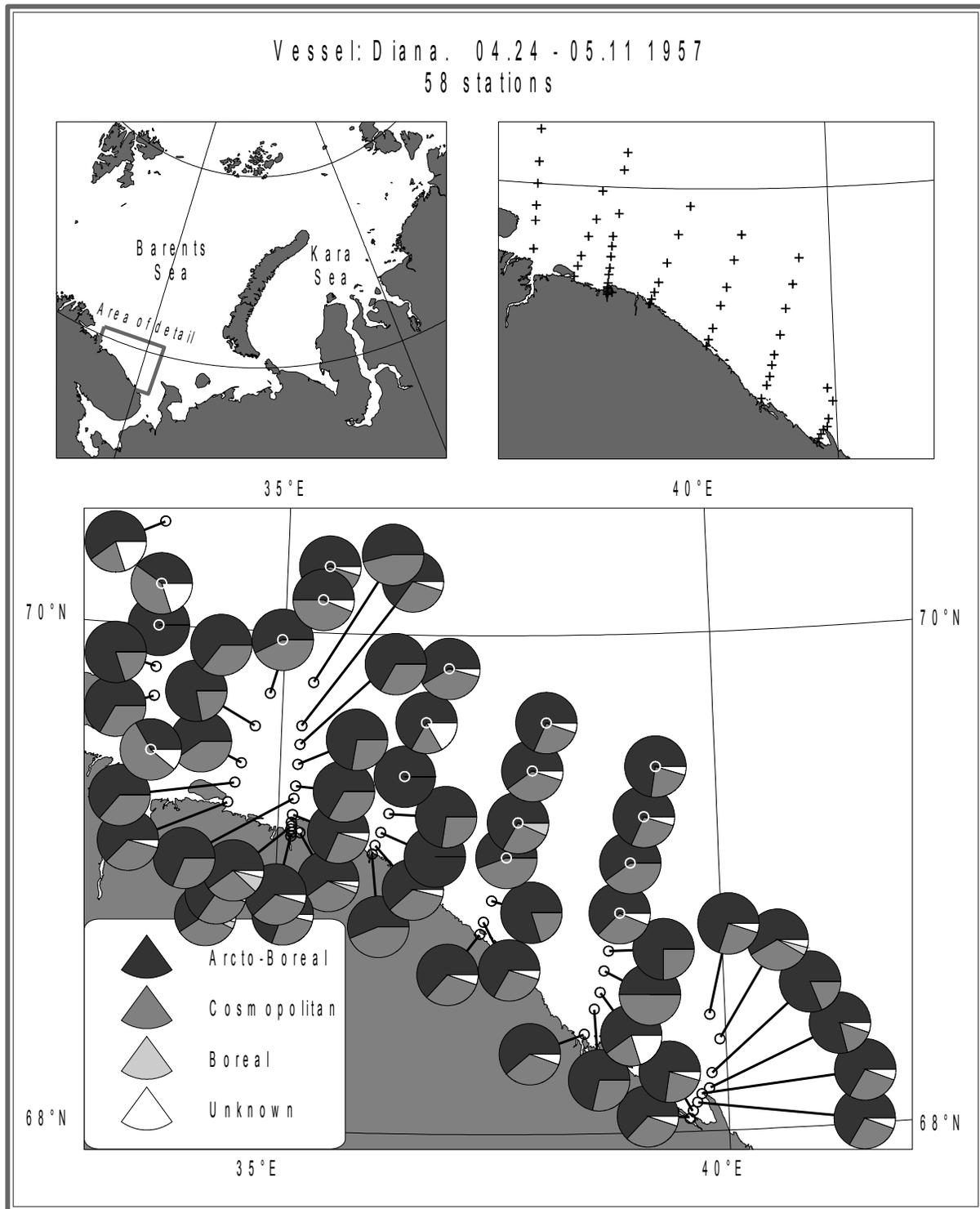


Fig. E2.19. Phytoplankton. Surface-bottom. Geographical characteristics. April-May, 1957

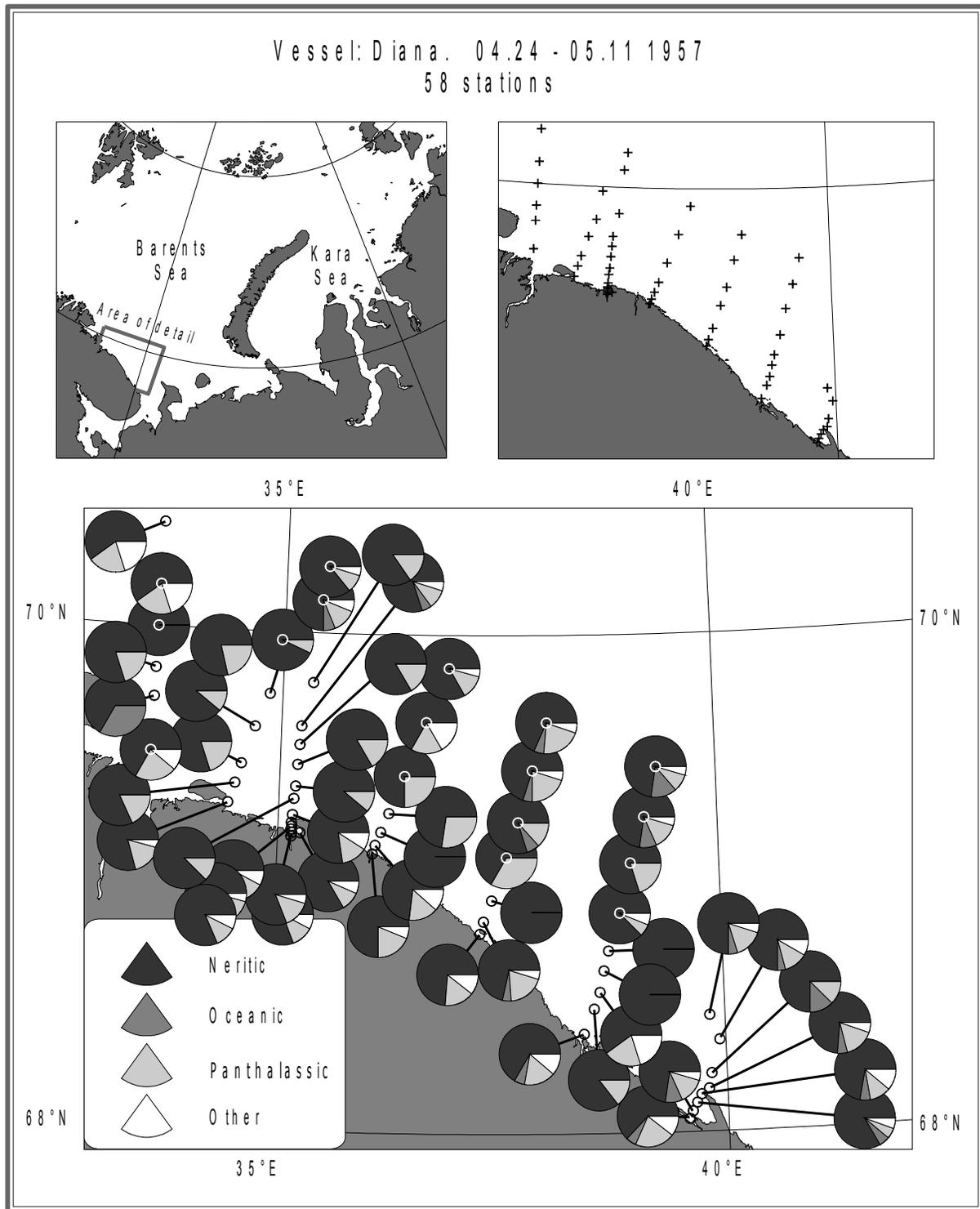


Fig. E2.20. Phytoplankton. Surface-bottom. Ecological characteristics. April-May, 1957

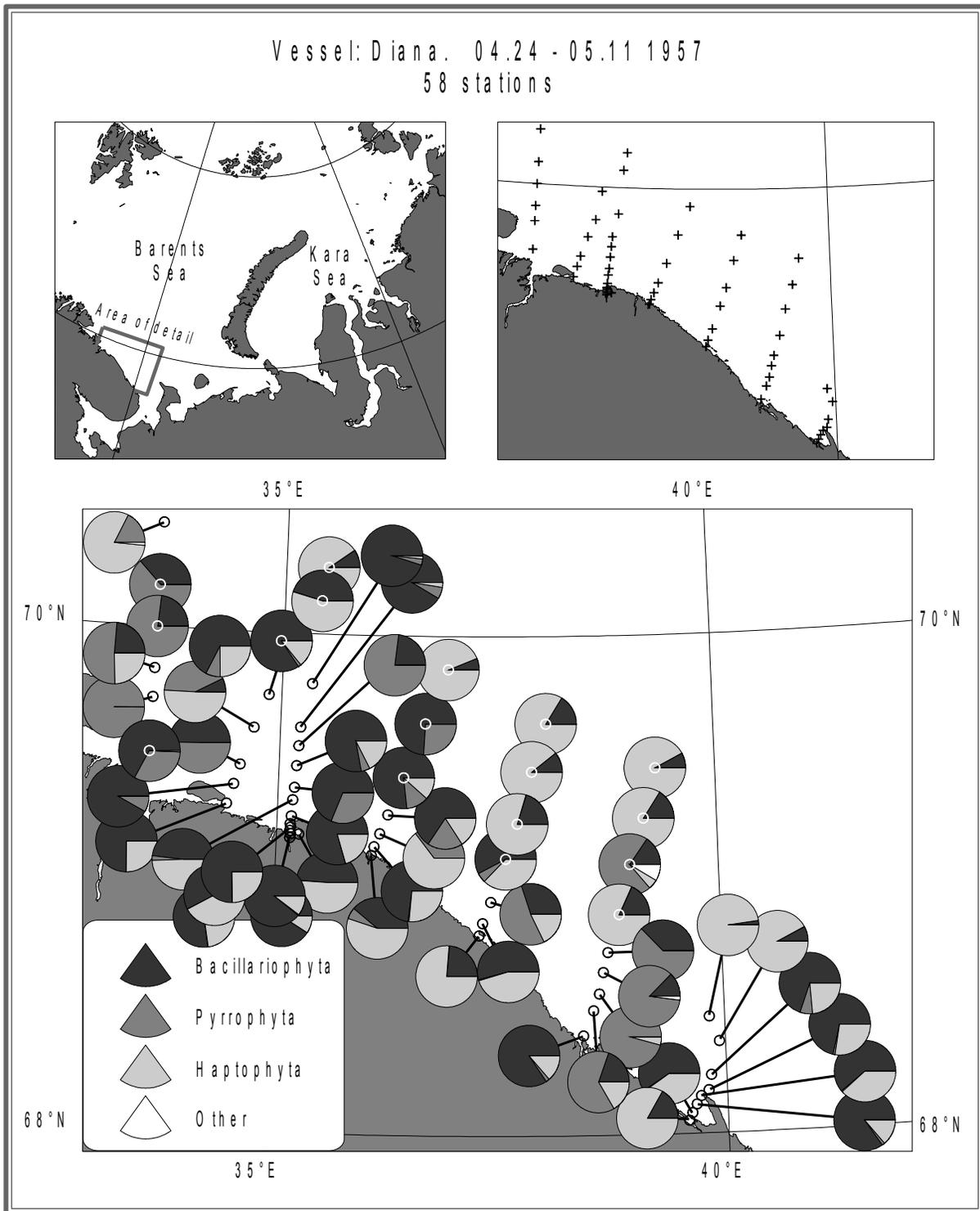


Fig. E2.21. Phytoplankton. Surface-bottom. Taxonomic composition. April-May, 1957

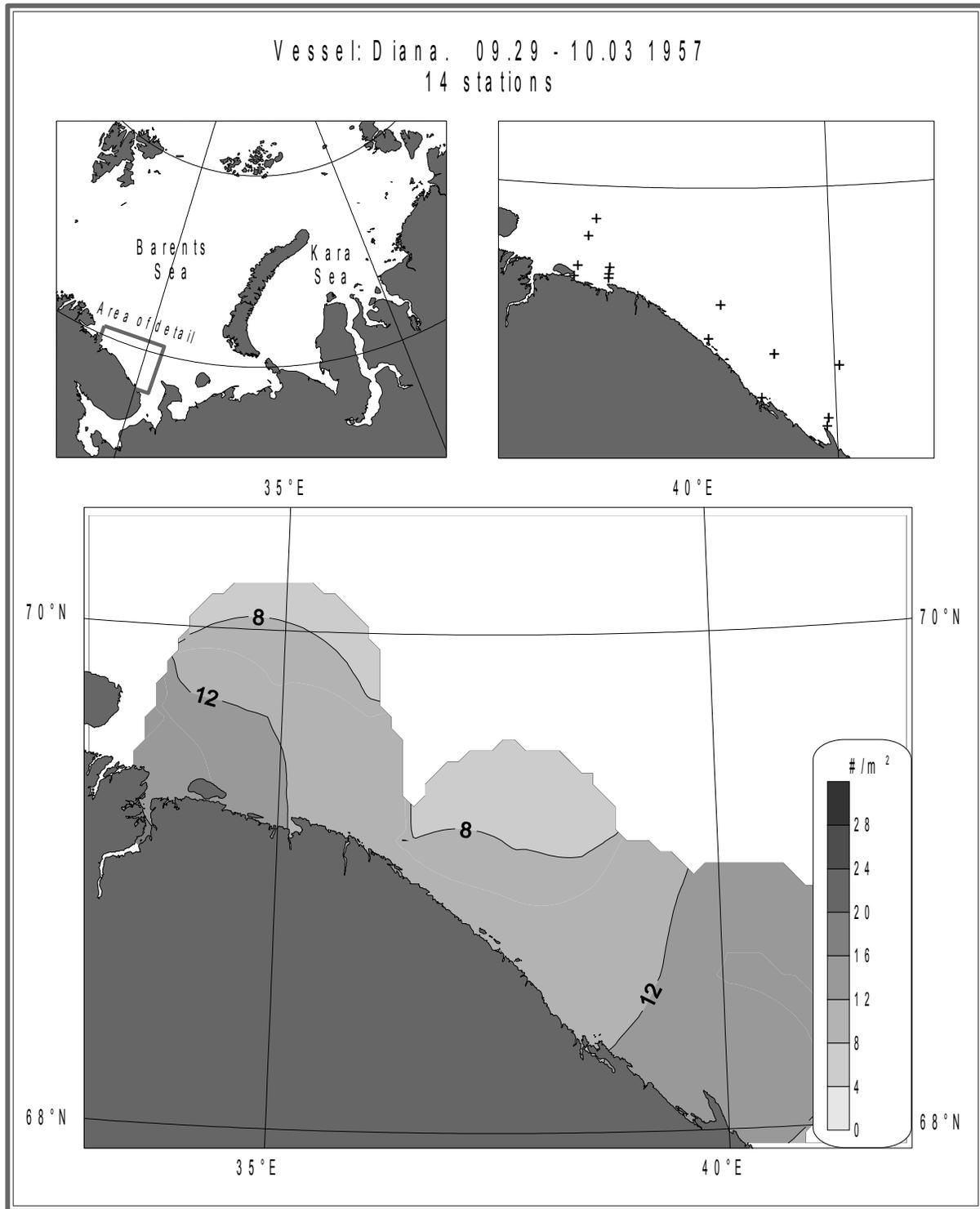


Fig. E2.22. Phytoplankton. Surface-bottom. Number of species. September-October, 1957

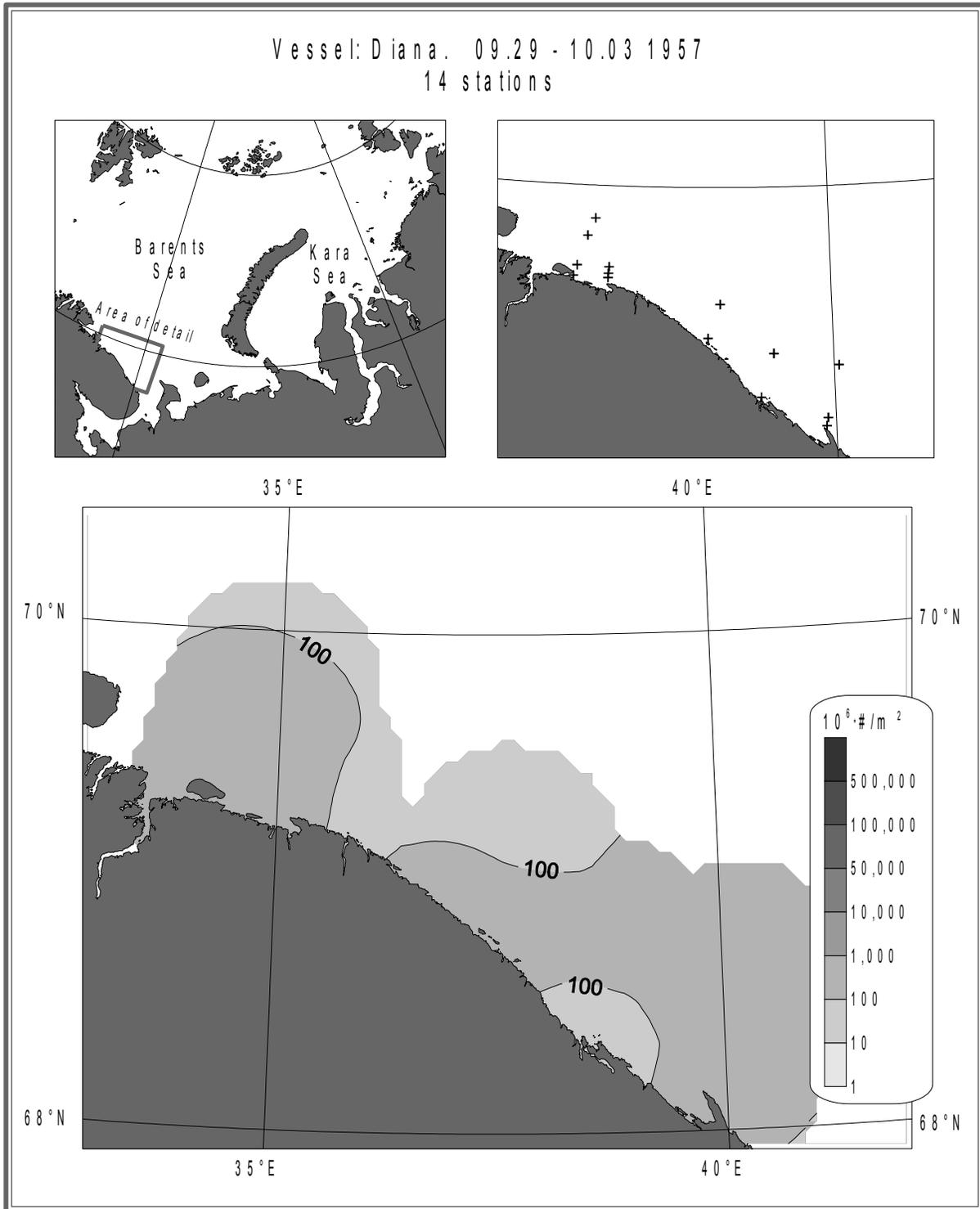


Fig. E2.23. Phytoplankton. Surface-bottom. Number of cells. September-October, 1957

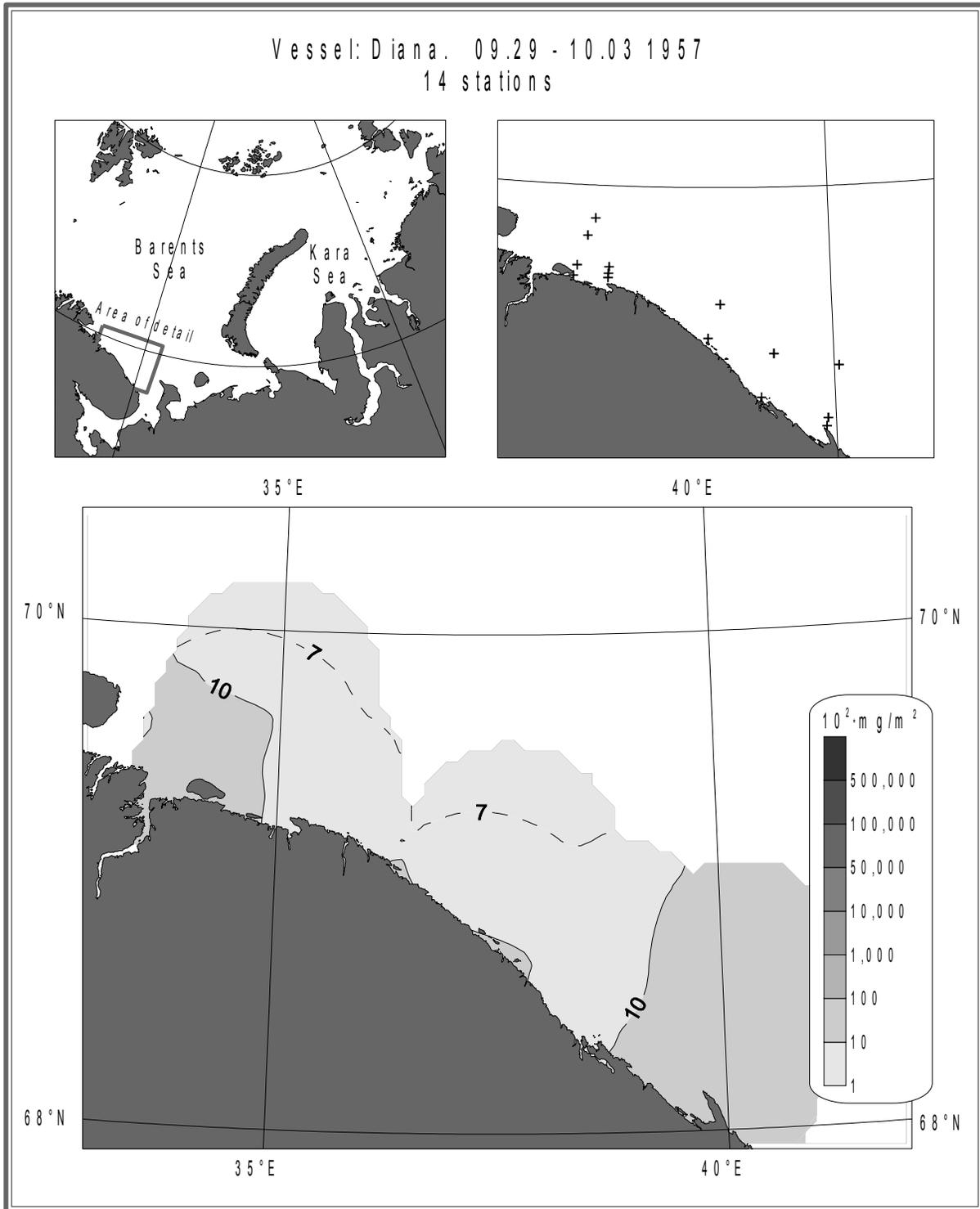


Fig. E2.24. Phytoplankton. Surface-bottom. Biomass. September-October, 1957

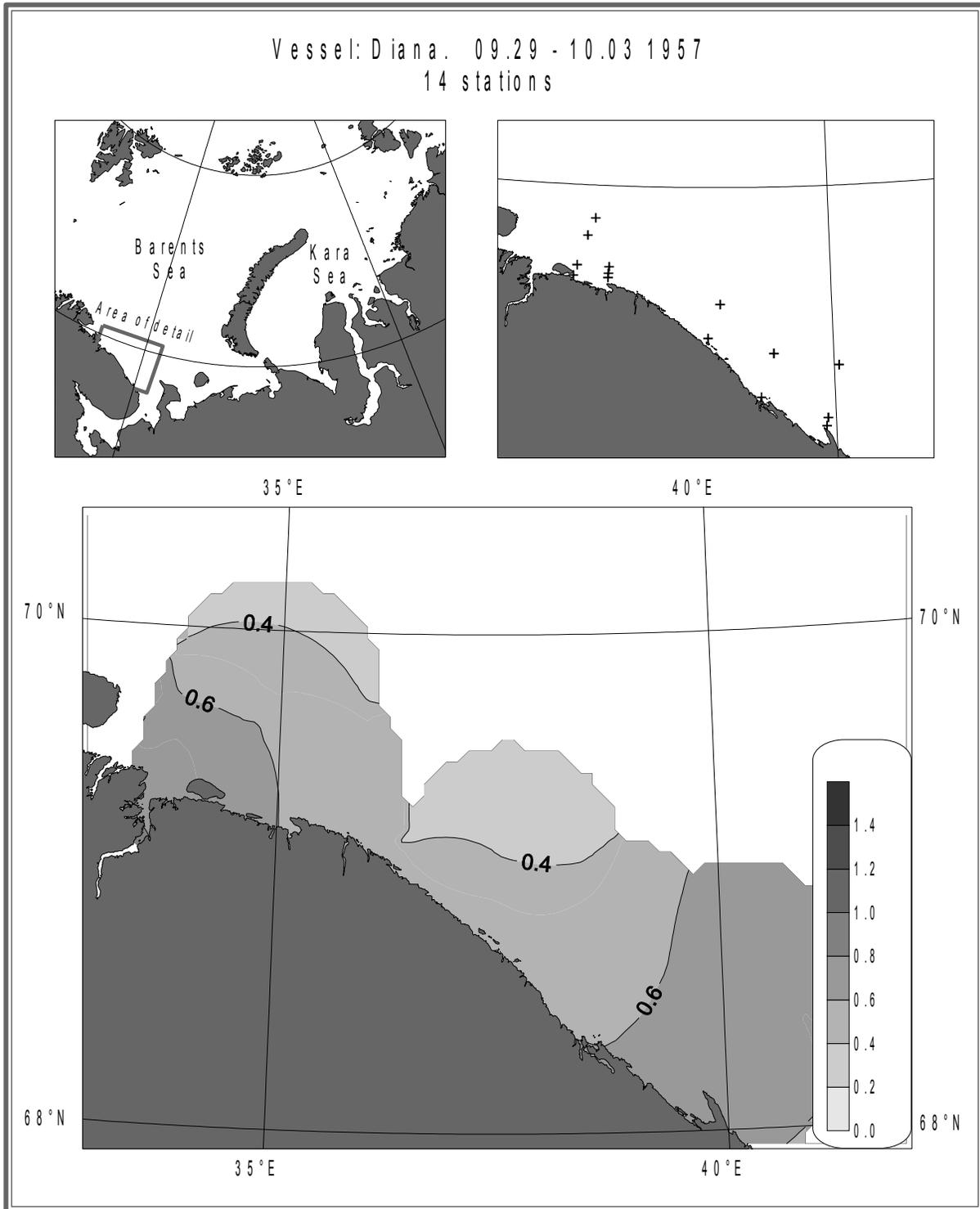


Fig. E2.25. Phytoplankton. Surface-bottom. Biodiversity. September-October, 1957

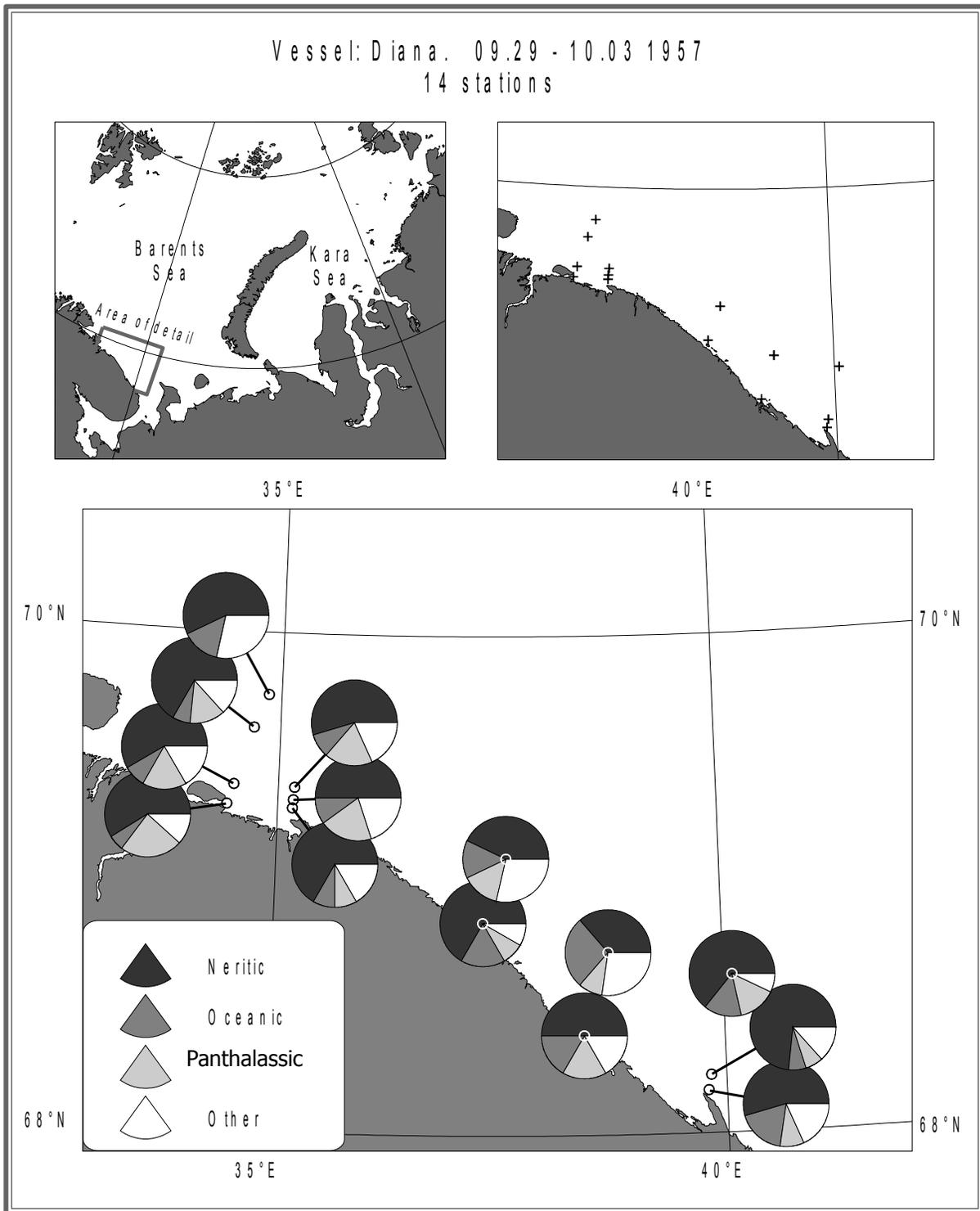


Fig. E2.27. Phytoplankton. Surface-bottom. Ecological characteristics. September-October, 1957

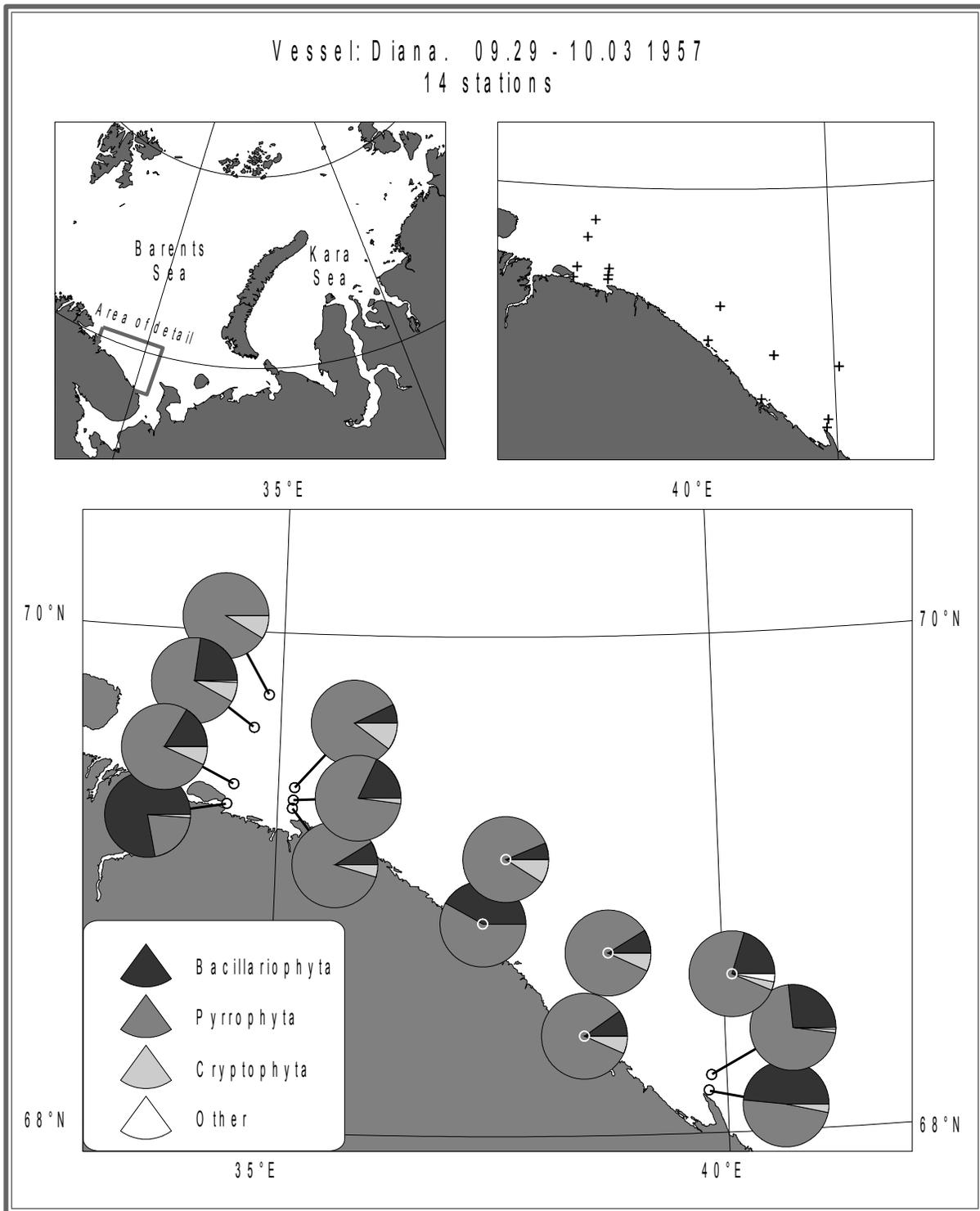


Fig. E2.28. Phytoplankton. Surface-bottom. Taxonomic composition. September-October, 1957

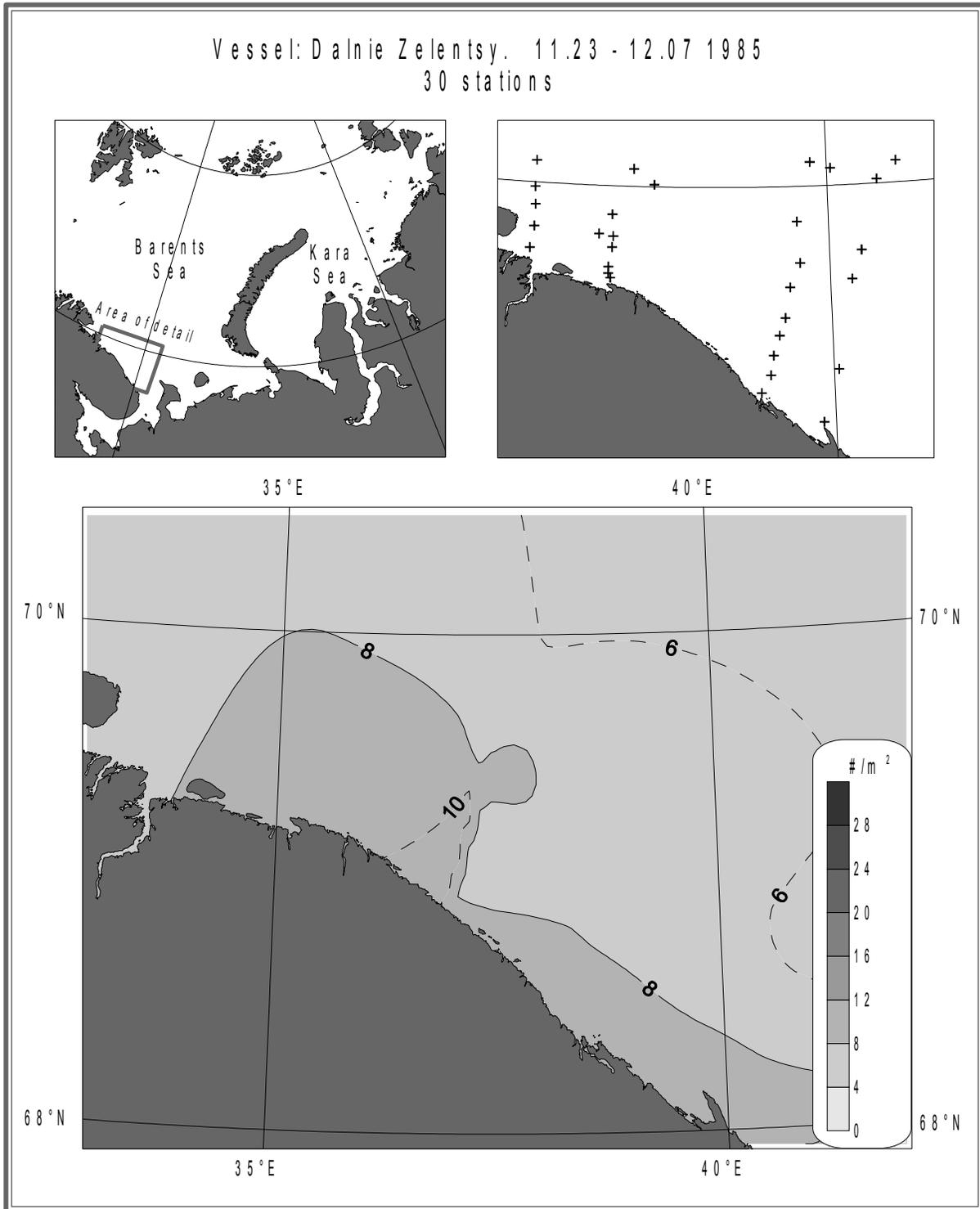


Fig. E2.29. Phytoplankton. Surface-bottom. Number of species. November-December, 1985

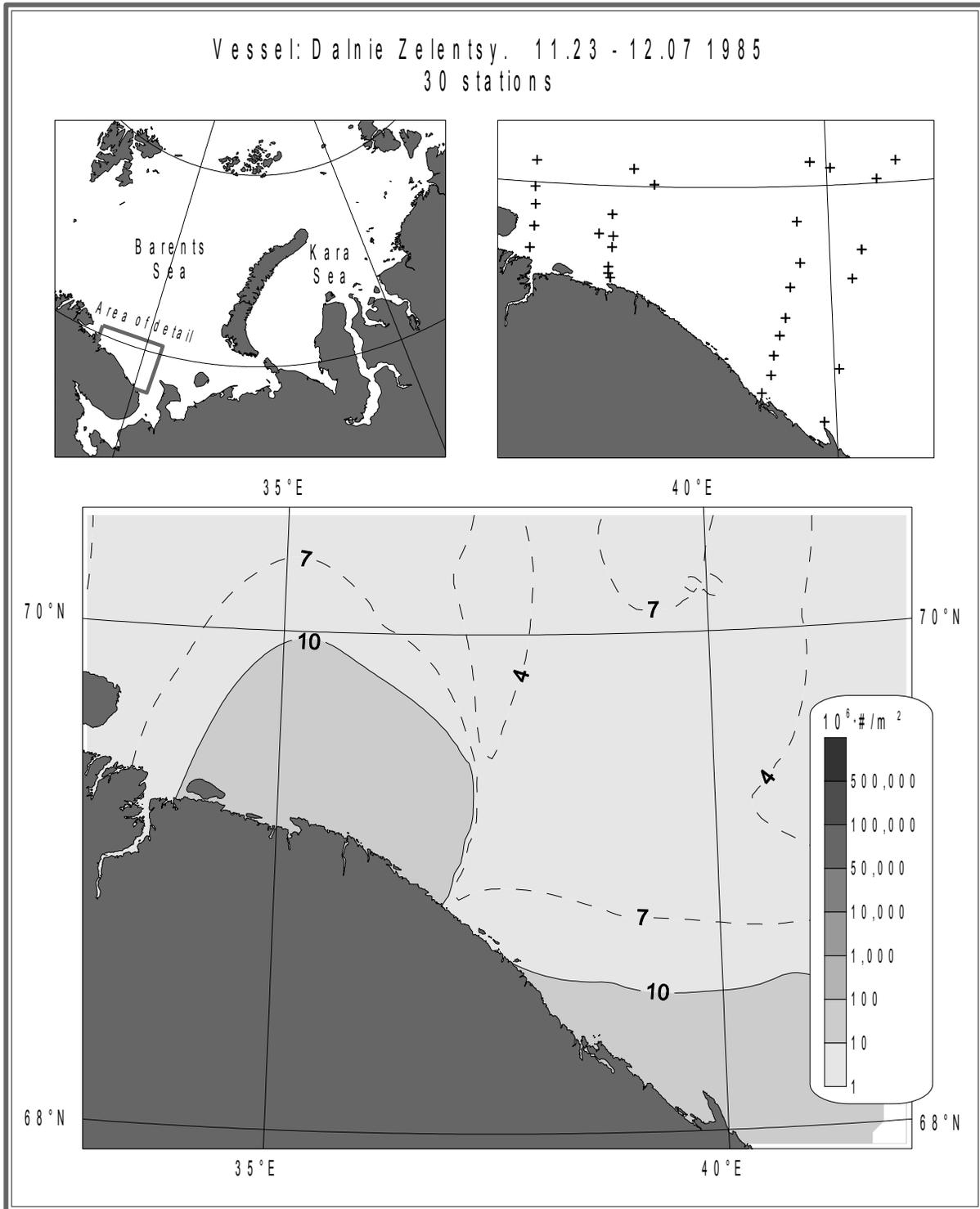


Fig. E2.30. Phytoplankton. Surface-bottom. Number of cells. November-December, 1985

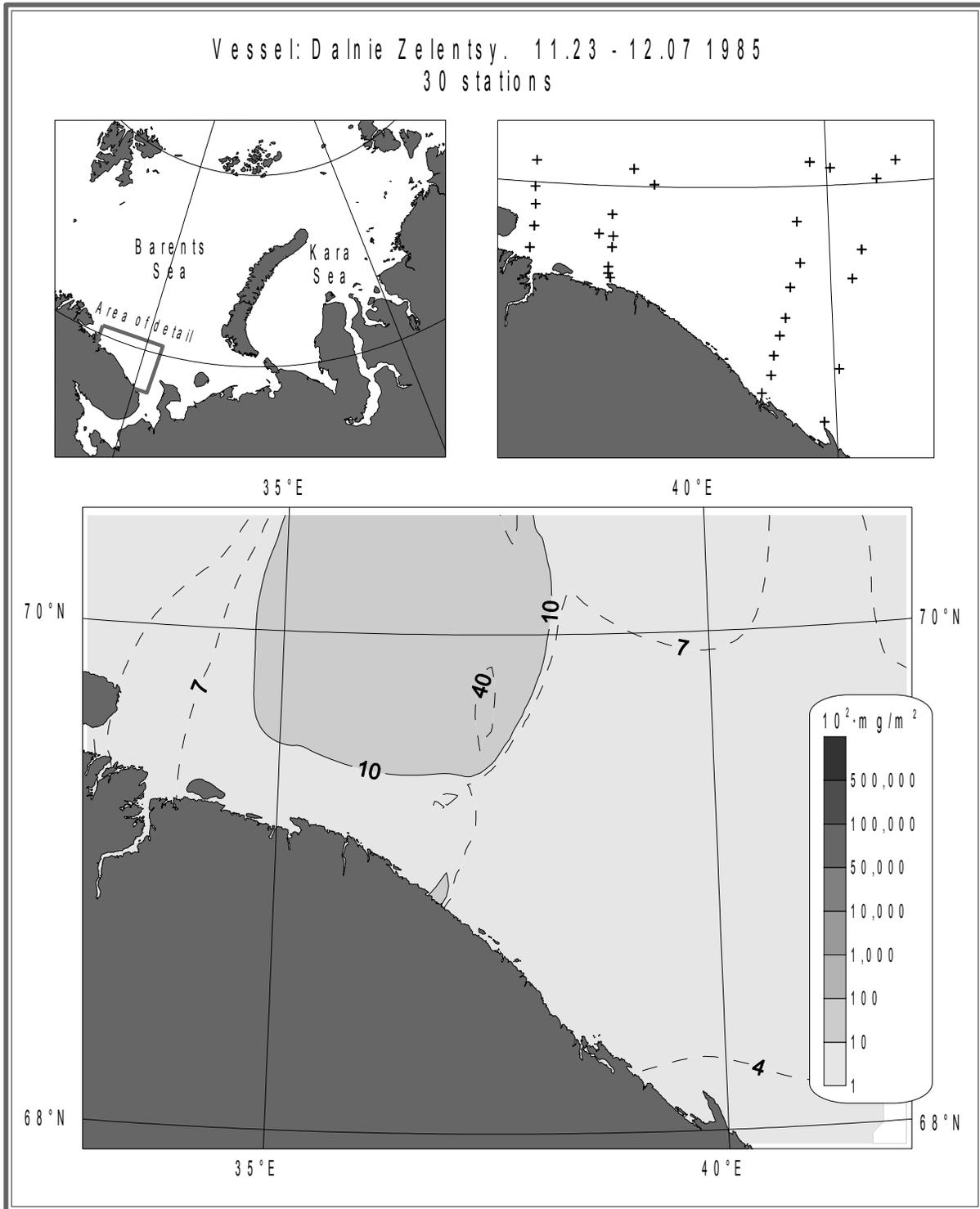


Fig. E2.31. Phytoplankton. Surface-bottom. Biomass. November-December, 1985

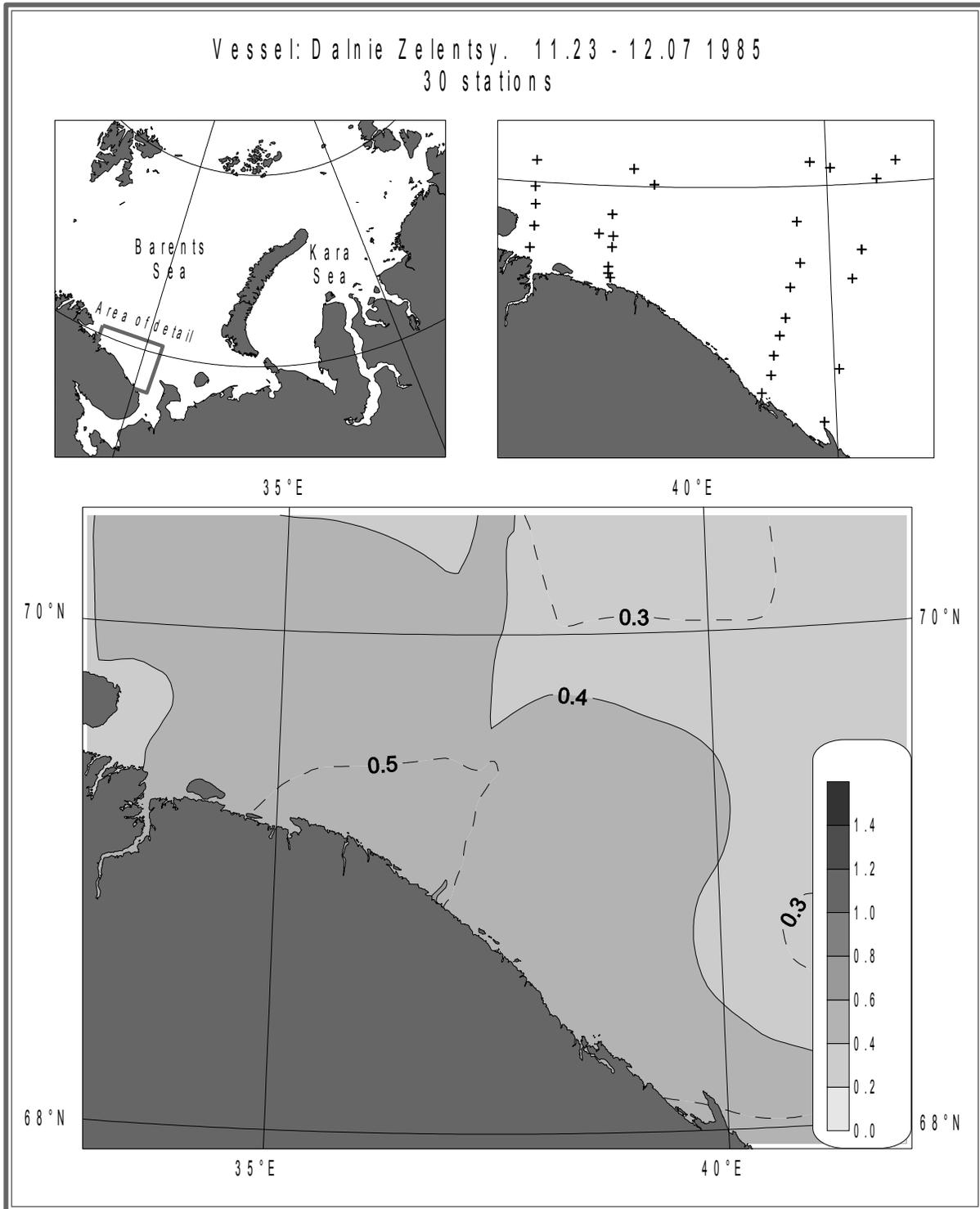


Fig. E2.32. Phytoplankton. Surface-bottom. Biodiversity. November-December, 1985

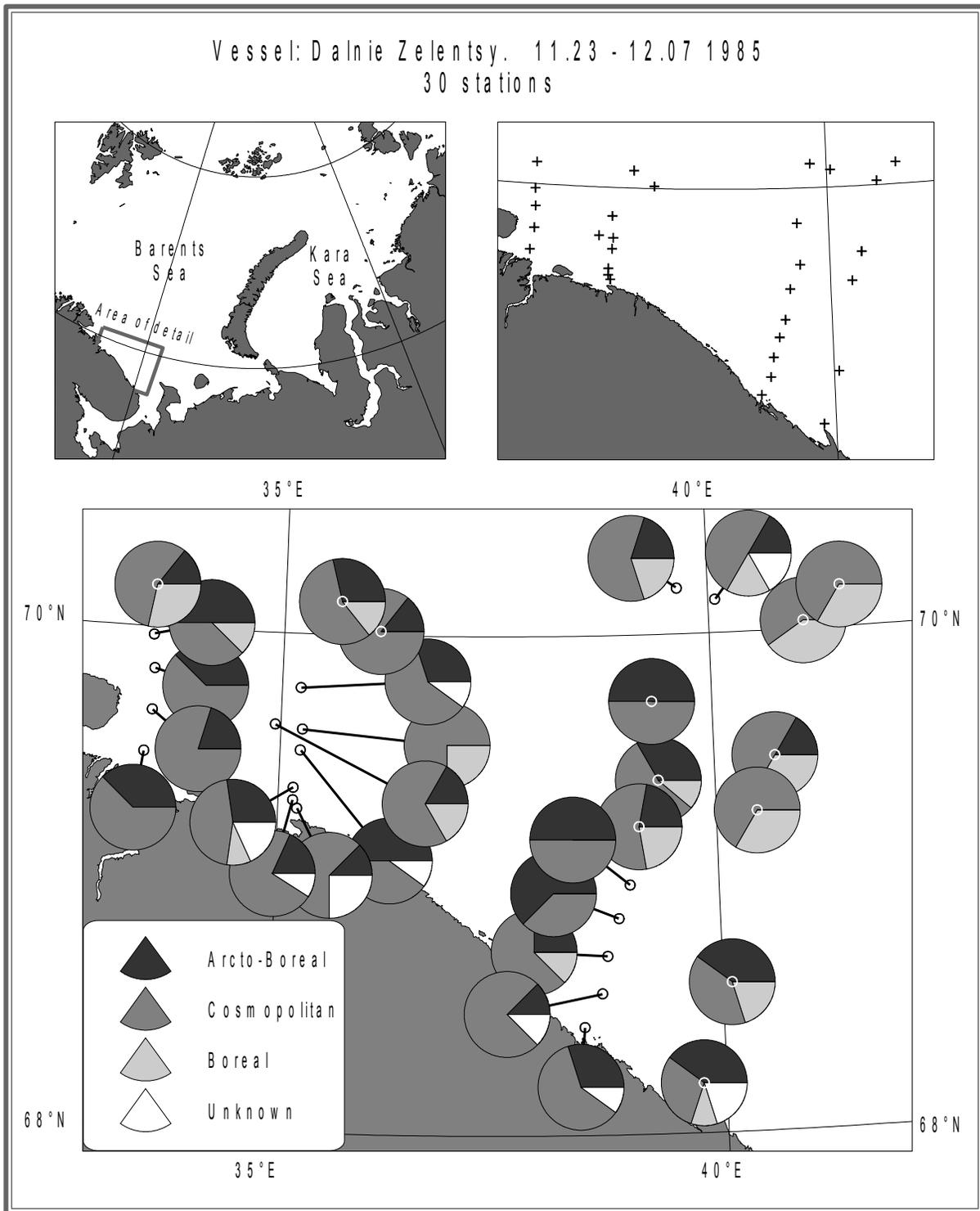


Fig. E2.33. Phytoplankton. Surface-bottom. Geographical characteristics. November-December, 1985

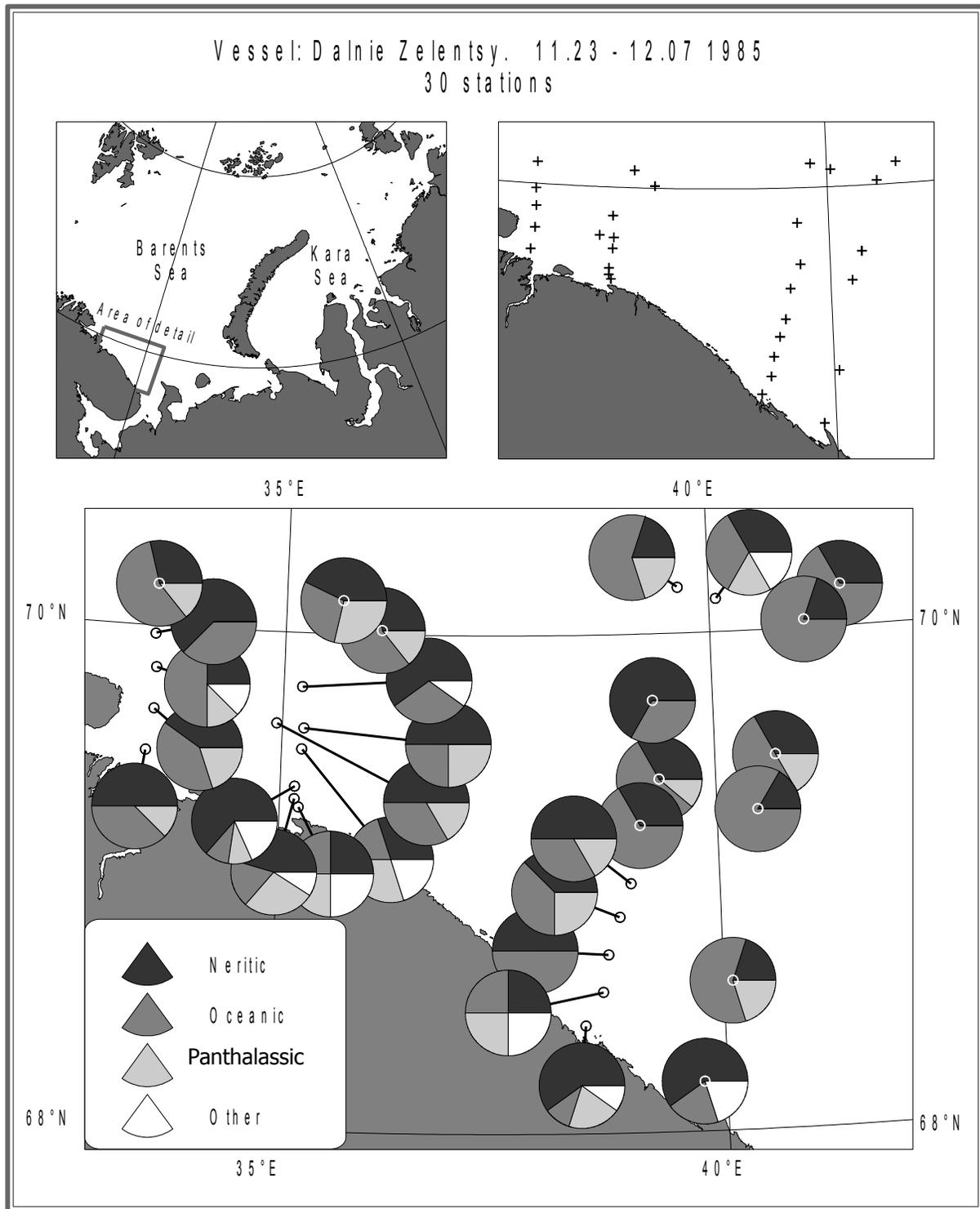


Fig. E2.34. Phytoplankton. Surface-bottom. Ecological characteristics. November-December, 1985

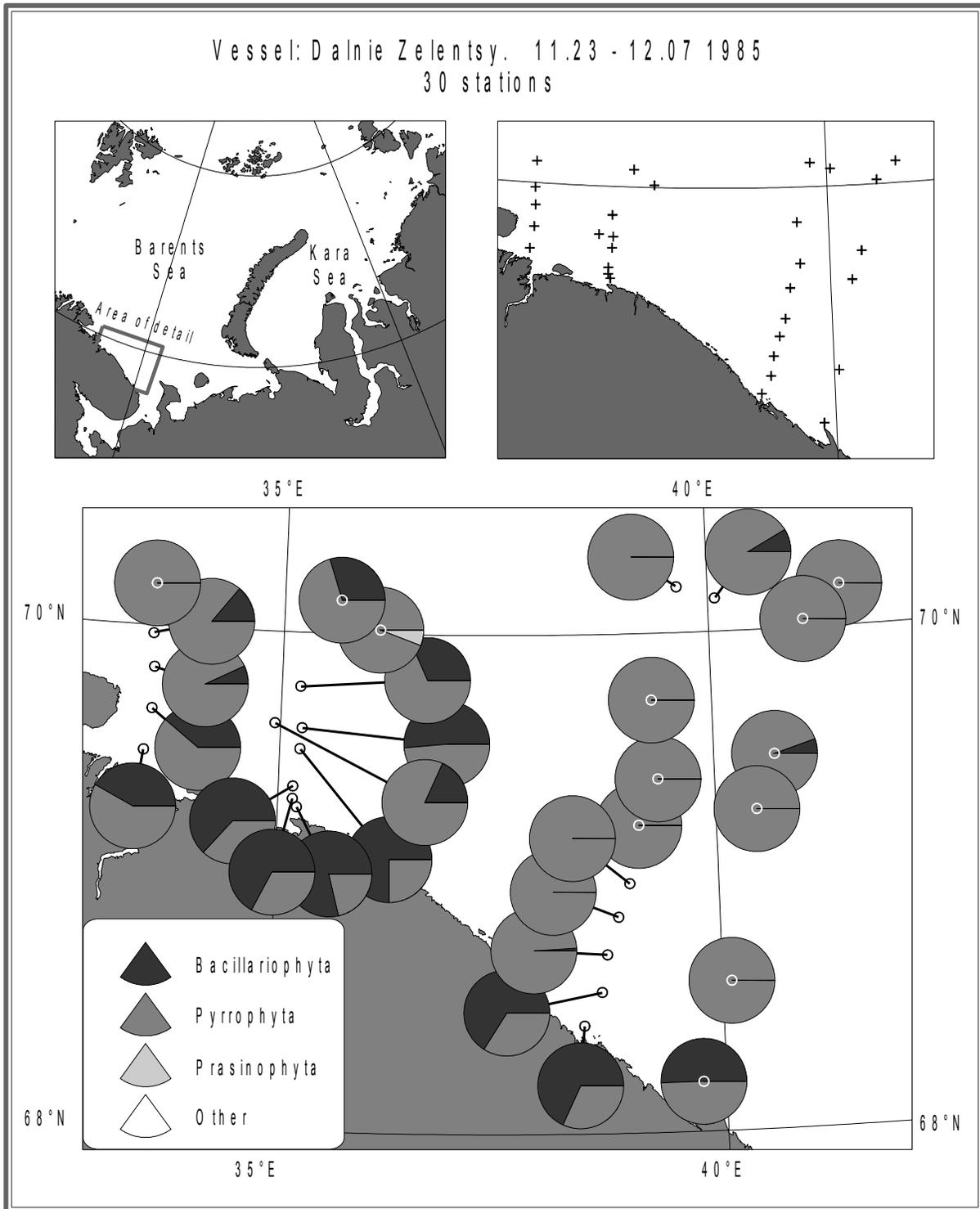


Fig. E2.35. Phytoplankton. Surface-bottom. Taxonomic composition. November-December, 1985



Fig. E2.36. Annual observations in the coastal zone. Position of stations

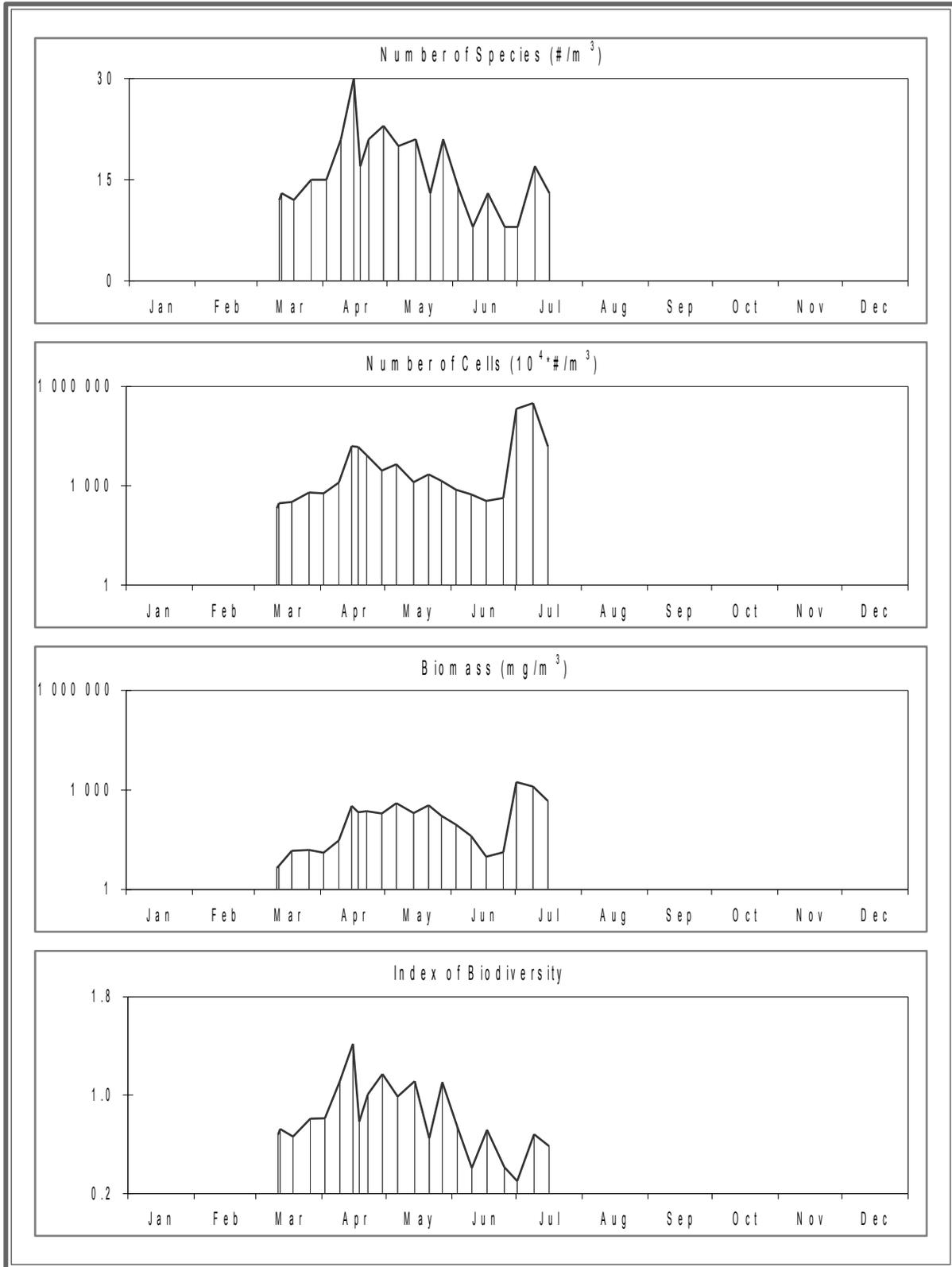


Fig. E2.37. Phytoplankton. Quantitative variables. Jarnishnaya Bay. 1968

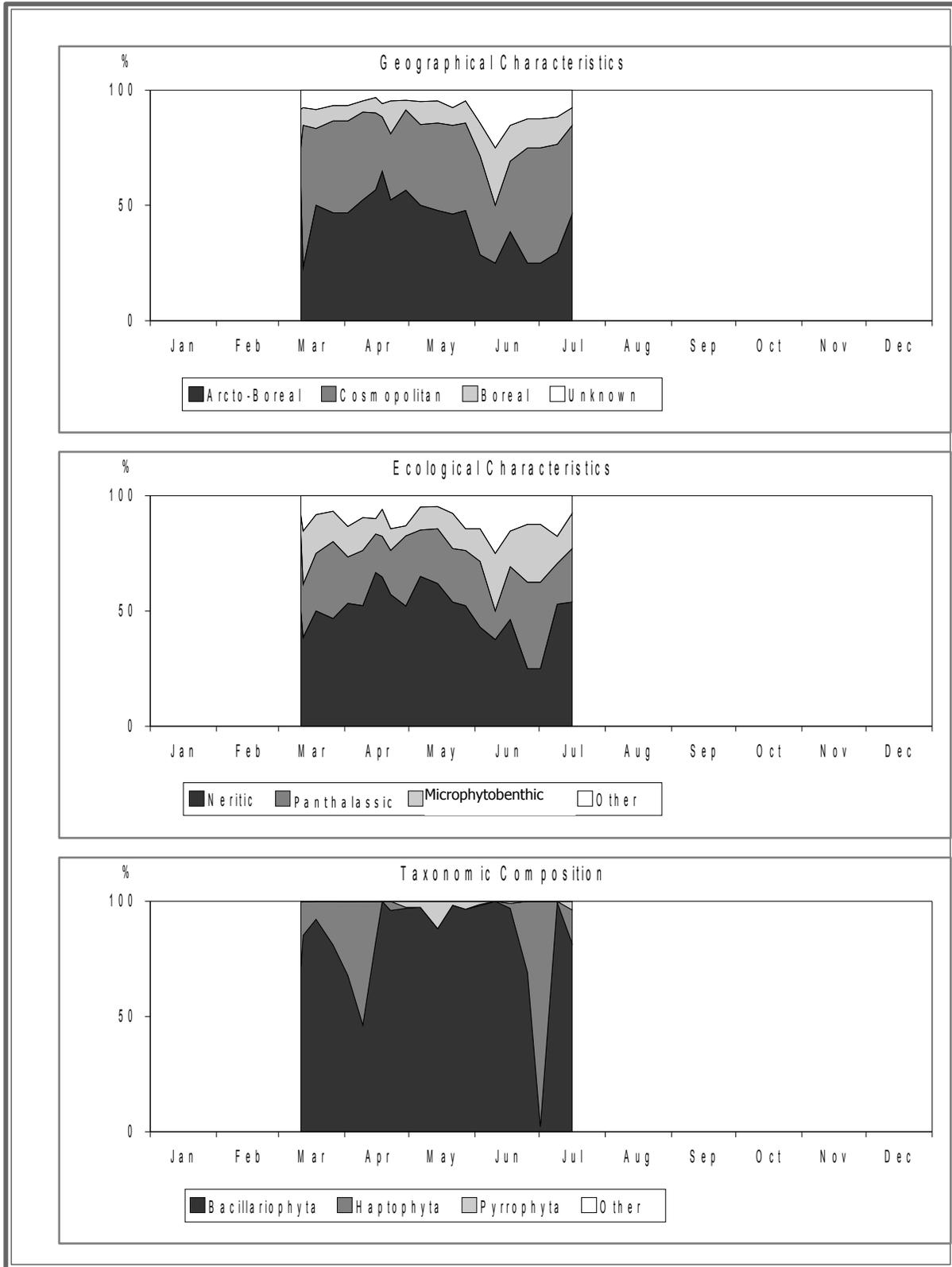


Fig. E2.38. Phytoplankton. Structural variables. Jarnishnaya Bay. 1968

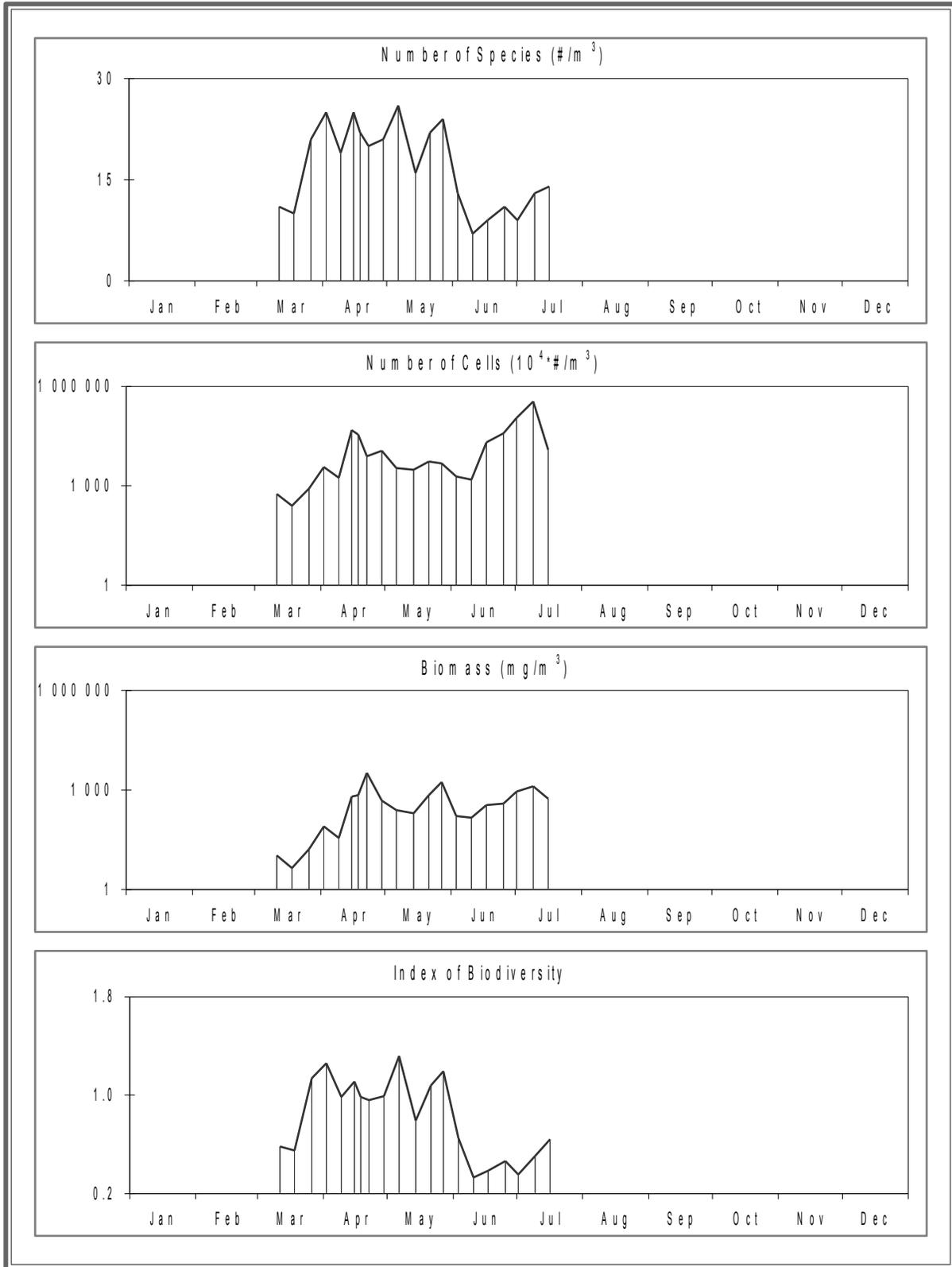


Fig. E2.39. Phytoplankton. Quantitative variables. Dalnezelenetskaya Bay. 1968

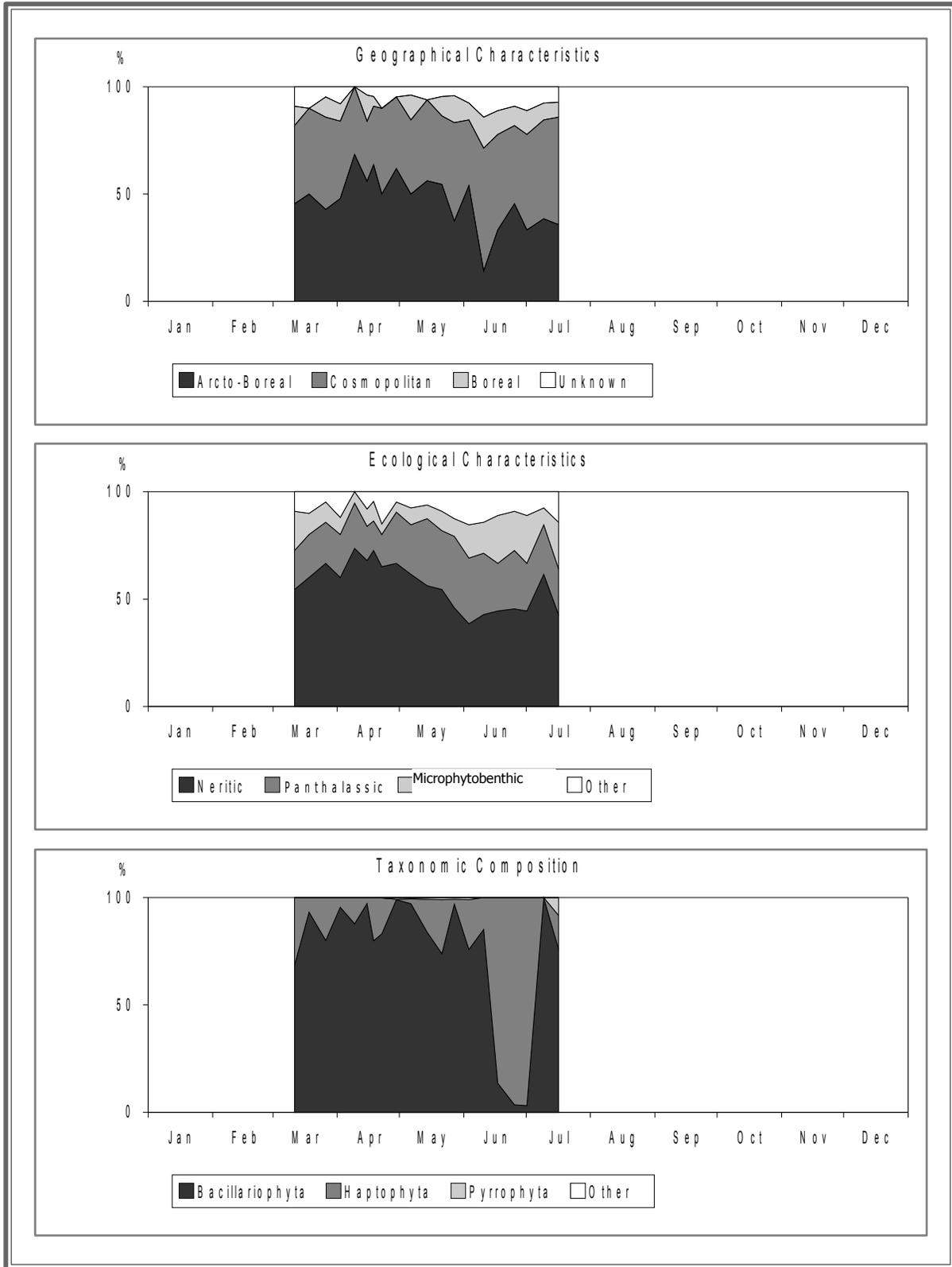


Fig. E2.40. Phytoplankton. Structural variables. Dalnezelenetskaya Bay. 1968

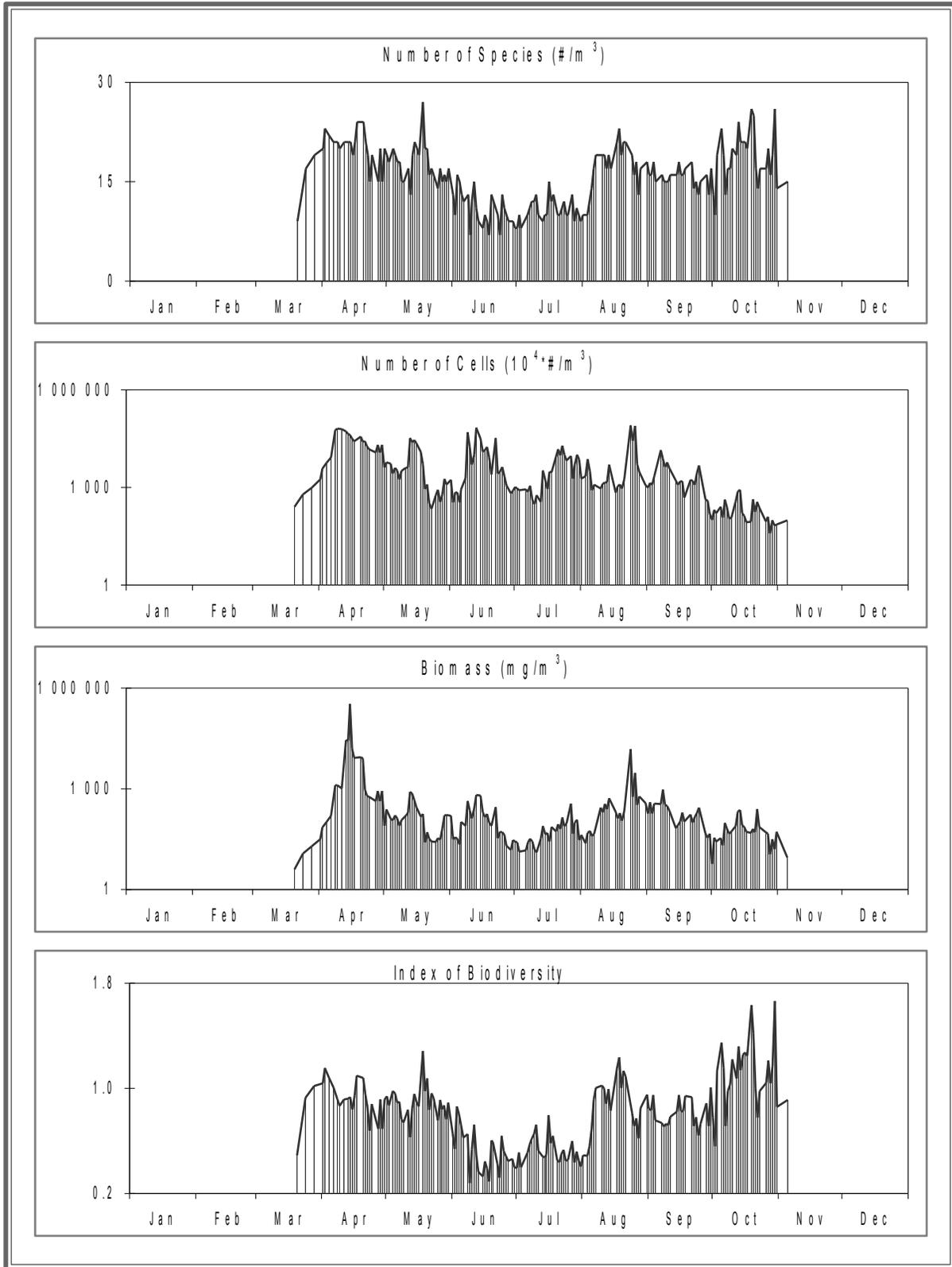


Fig. E2.41. Phytoplankton. Quantitative variables. Dalnezelenetskaya Bay. 1970

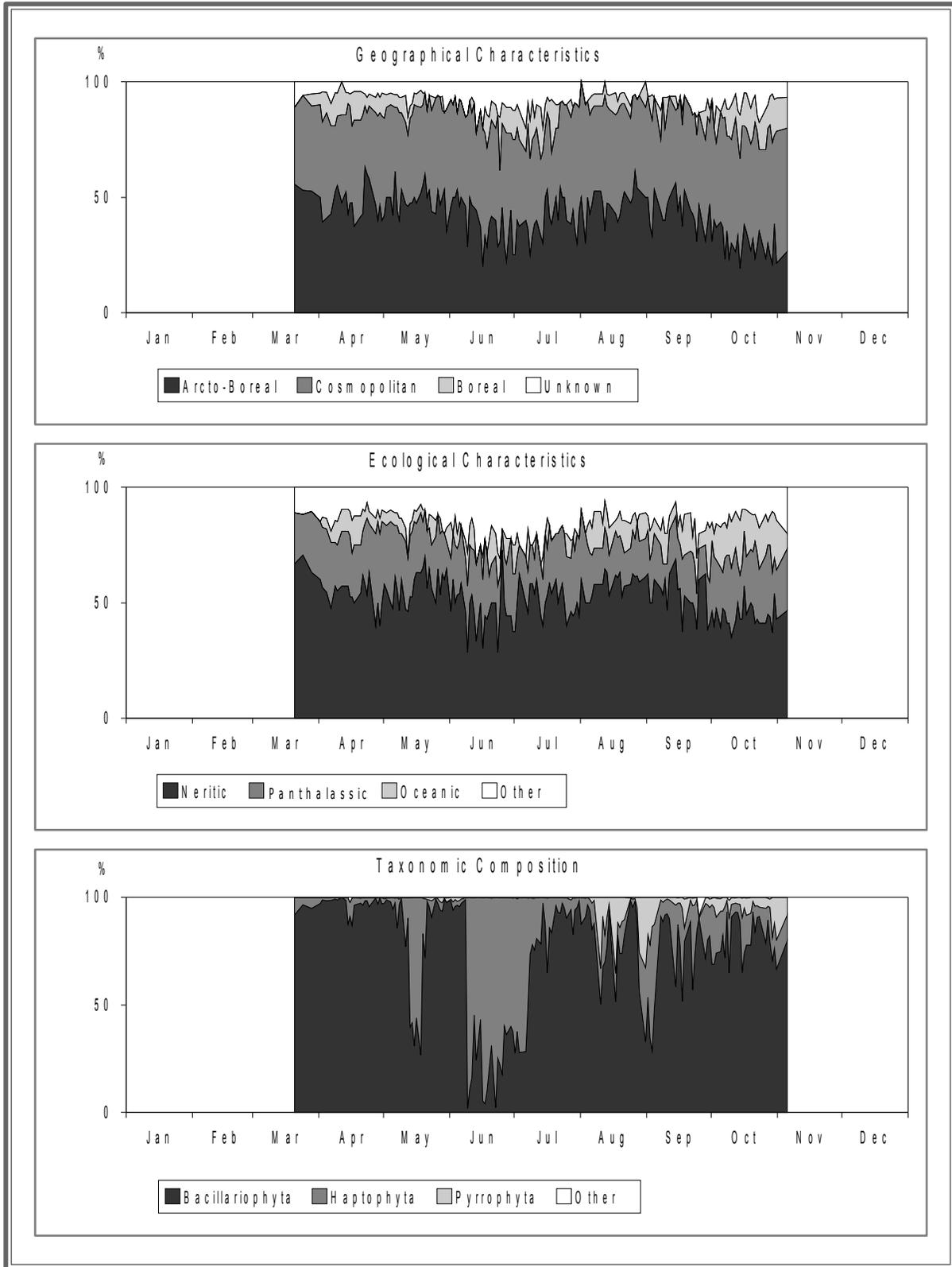


Fig. E2.42. Phytoplankton. Structural variables. Dalnezelenetskaya Bay. 1970

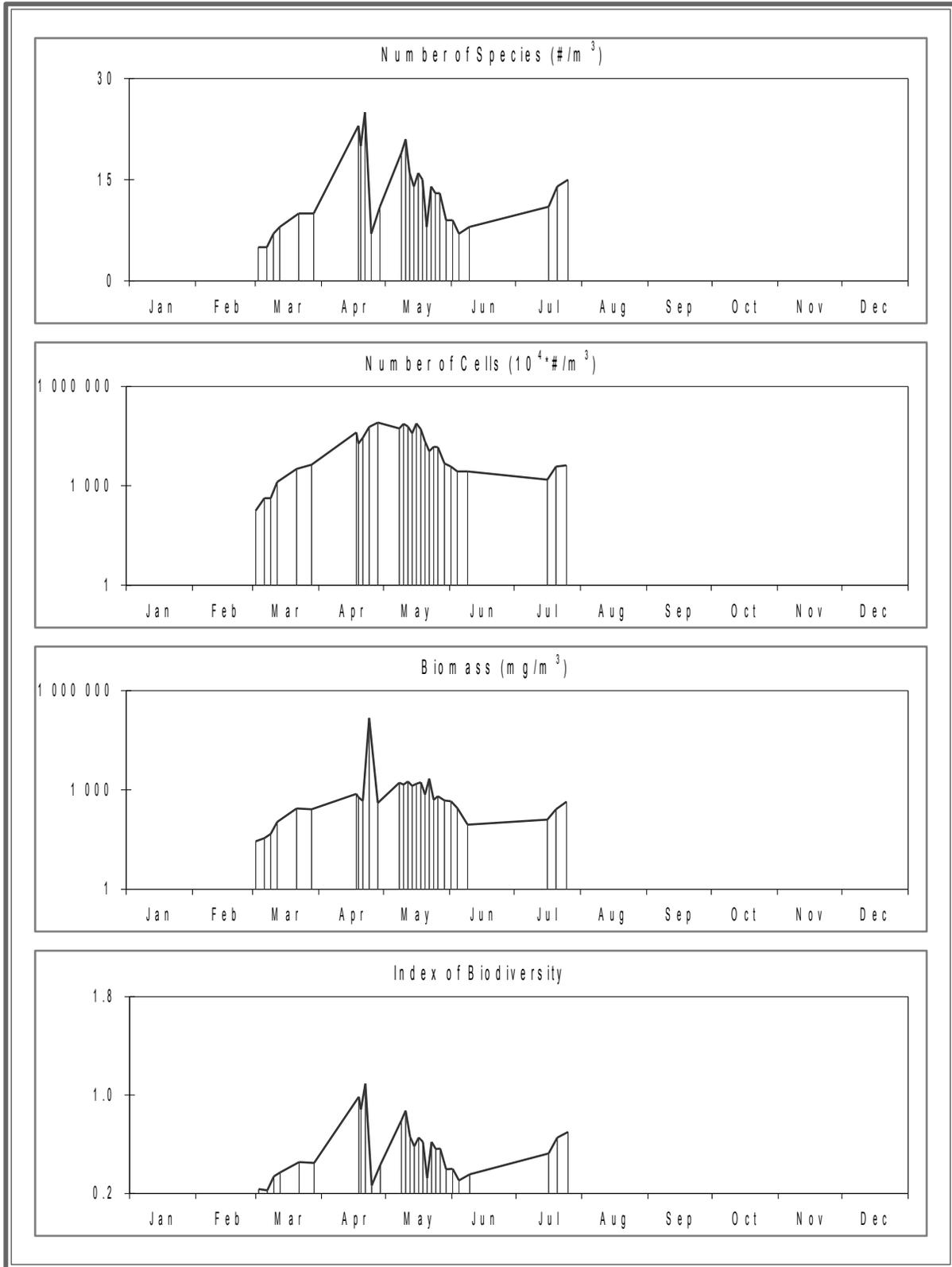


Fig. E2.43. Phytoplankton. Quantitative variables. Dalnezelenetskaya Bay. 1986

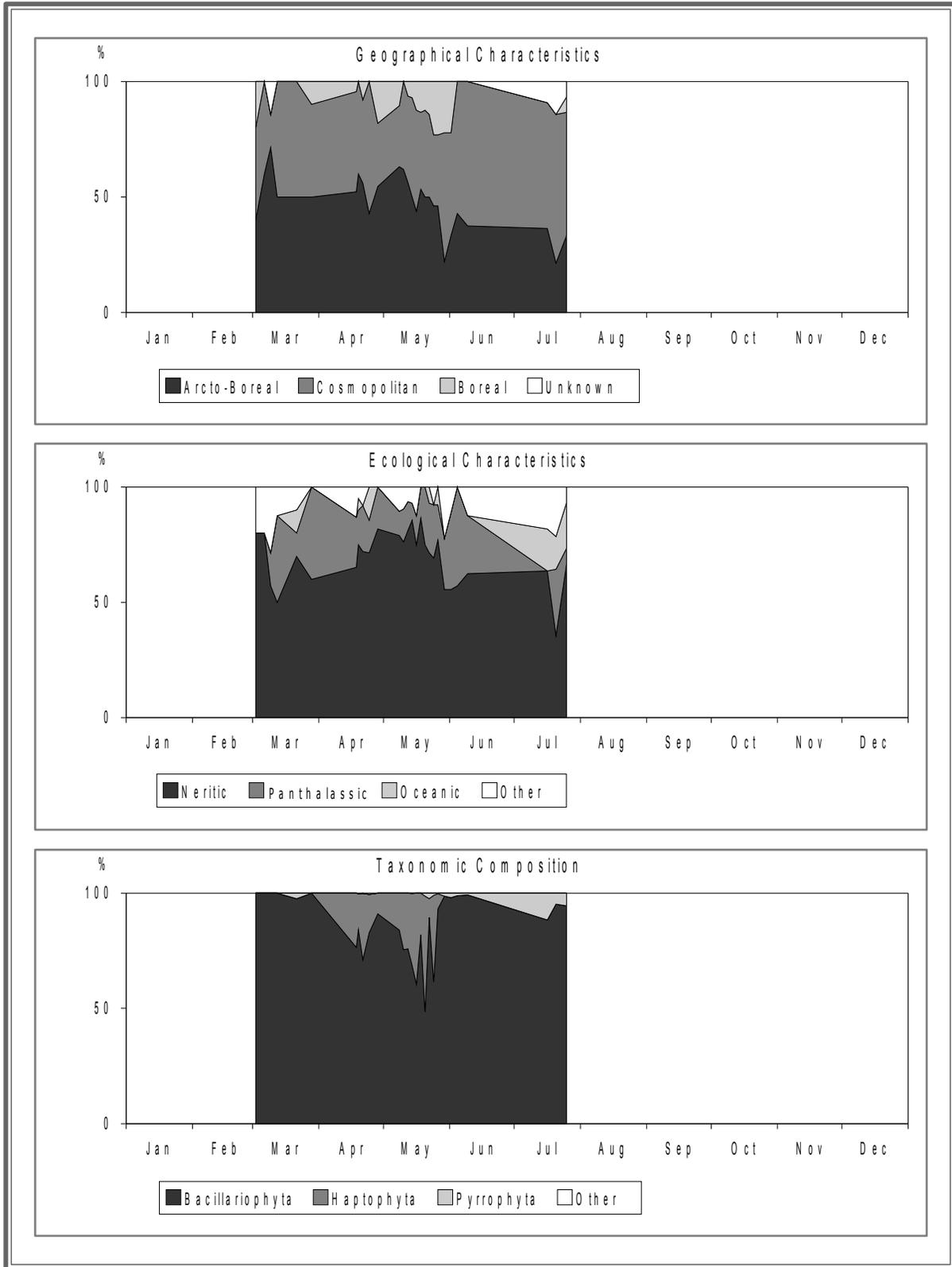


Fig. E2.44. Phytoplankton. Structural variables. Dalnezelenetskaya Bay. 1986

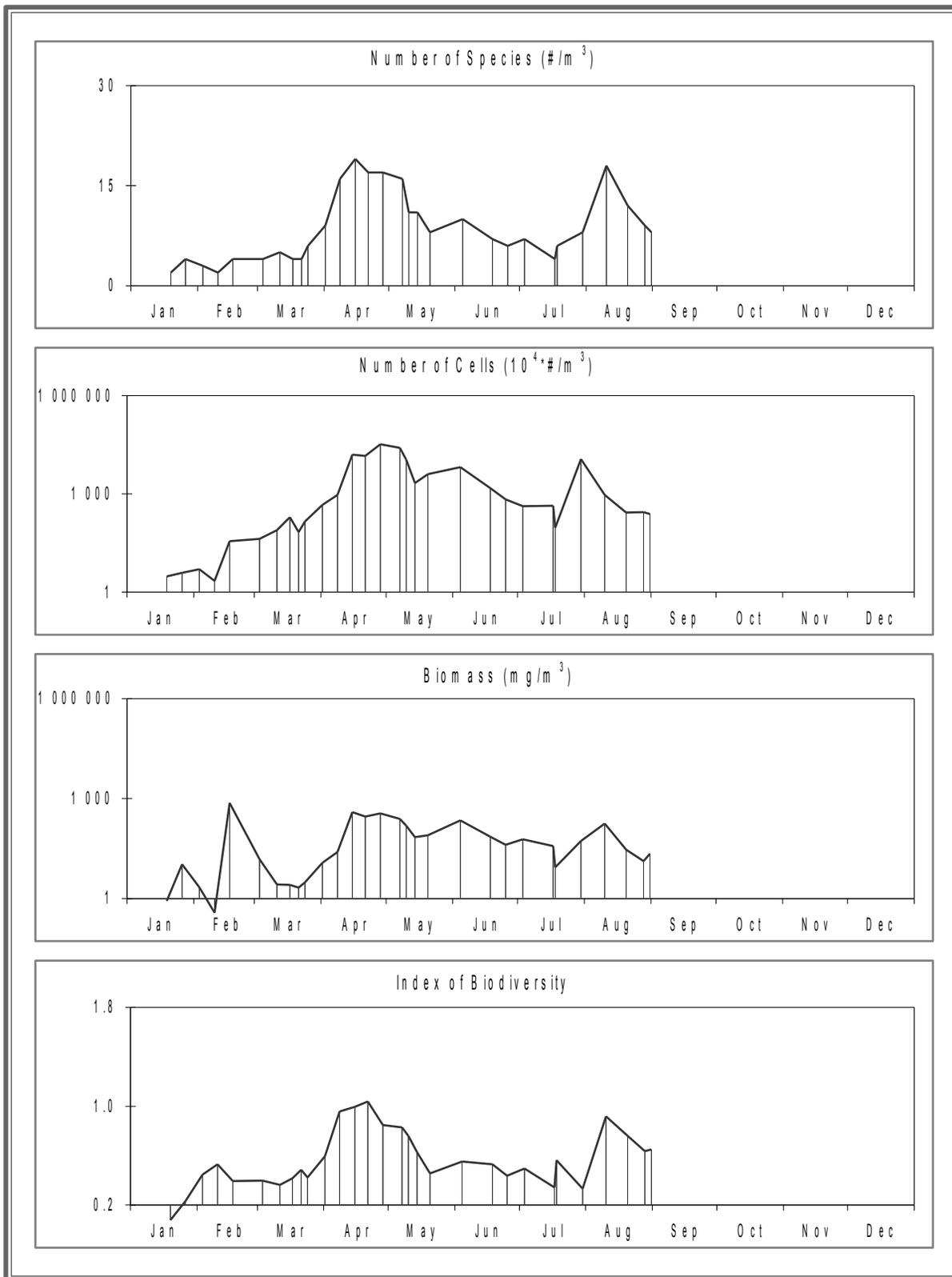


Fig. E2.45. Phytoplankton. Quantitative variables. Dalnezelenetskaya Bay. 1987

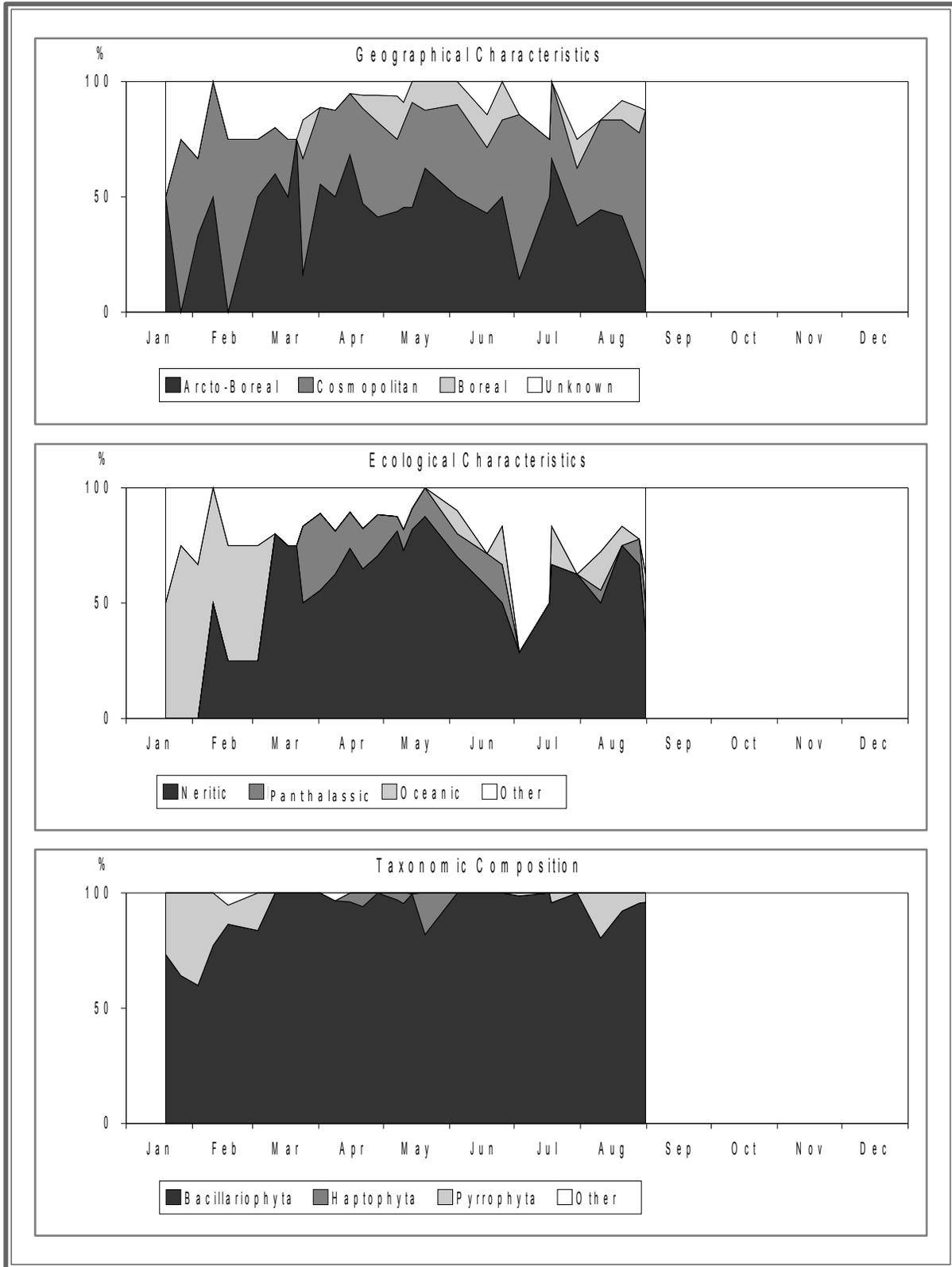


Fig. E2.46. Phytoplankton. Structural variables. Dalnezelenetskaya Bay. 1987

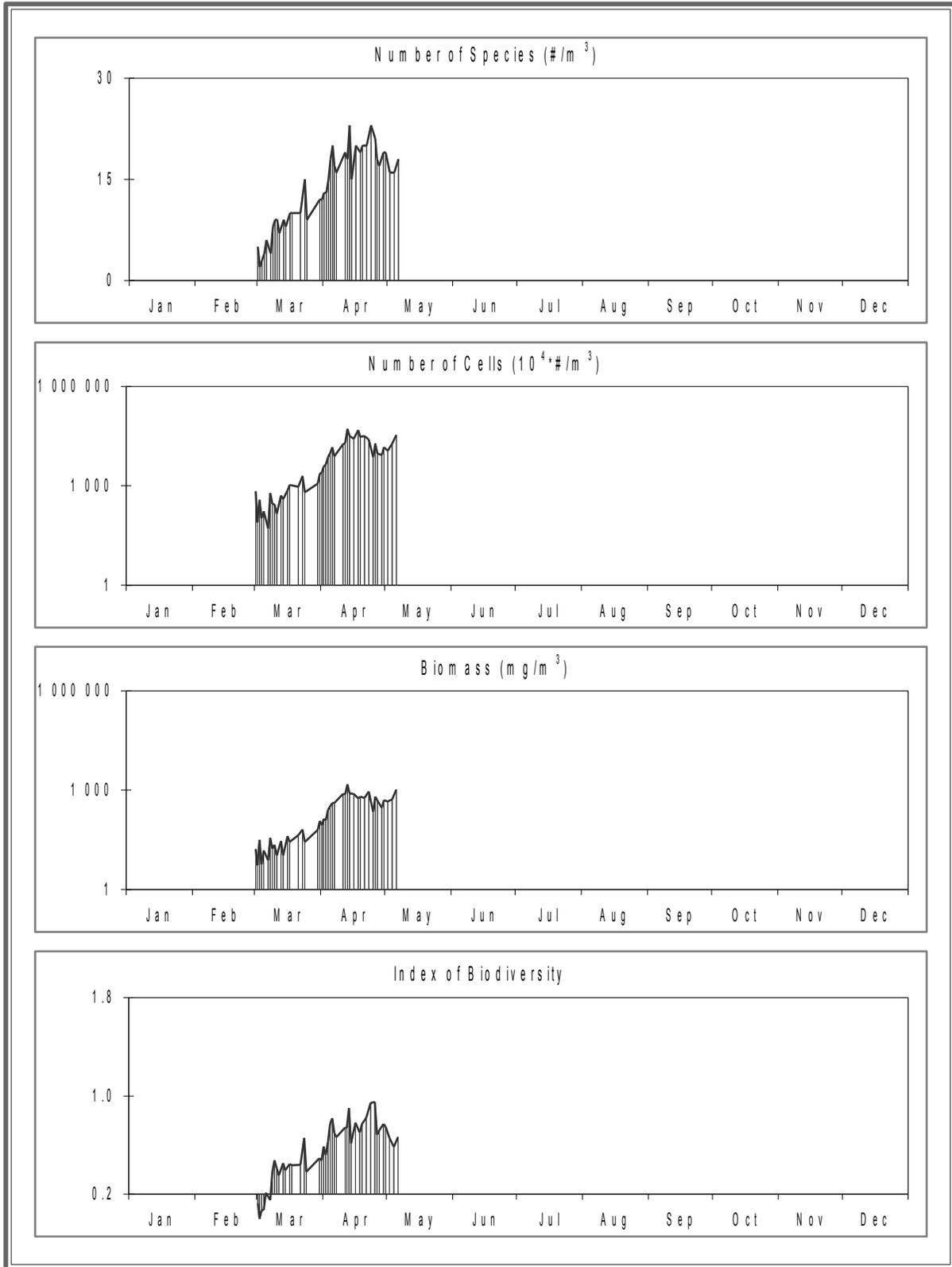


Fig. E2.47. Phytoplankton. Quantitative variables. Dalnezelenetskaya Bay. 1988

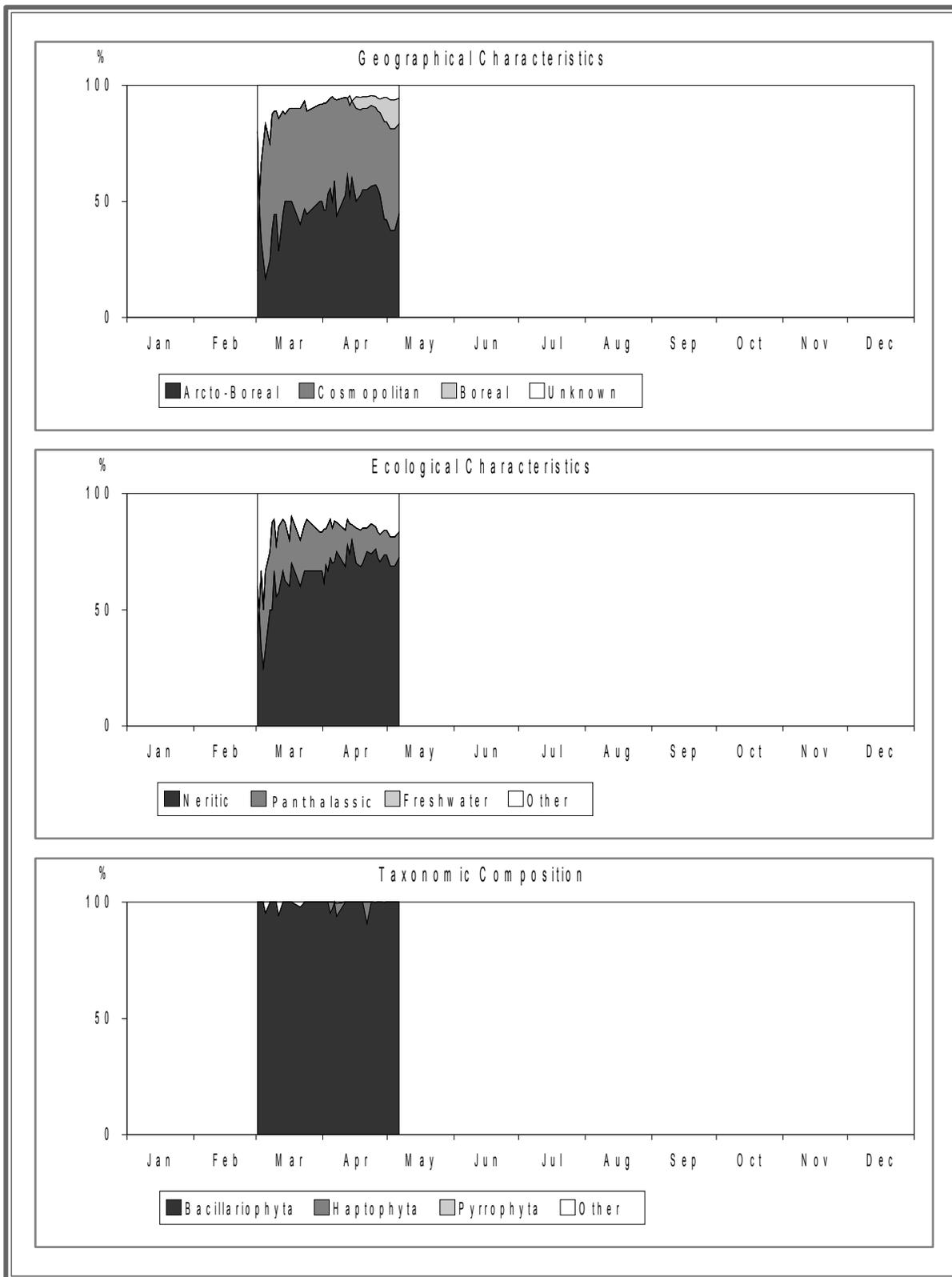


Fig. E2.48. Phytoplankton. Structural variables. Dalnezelenetskaya Bay. 1988

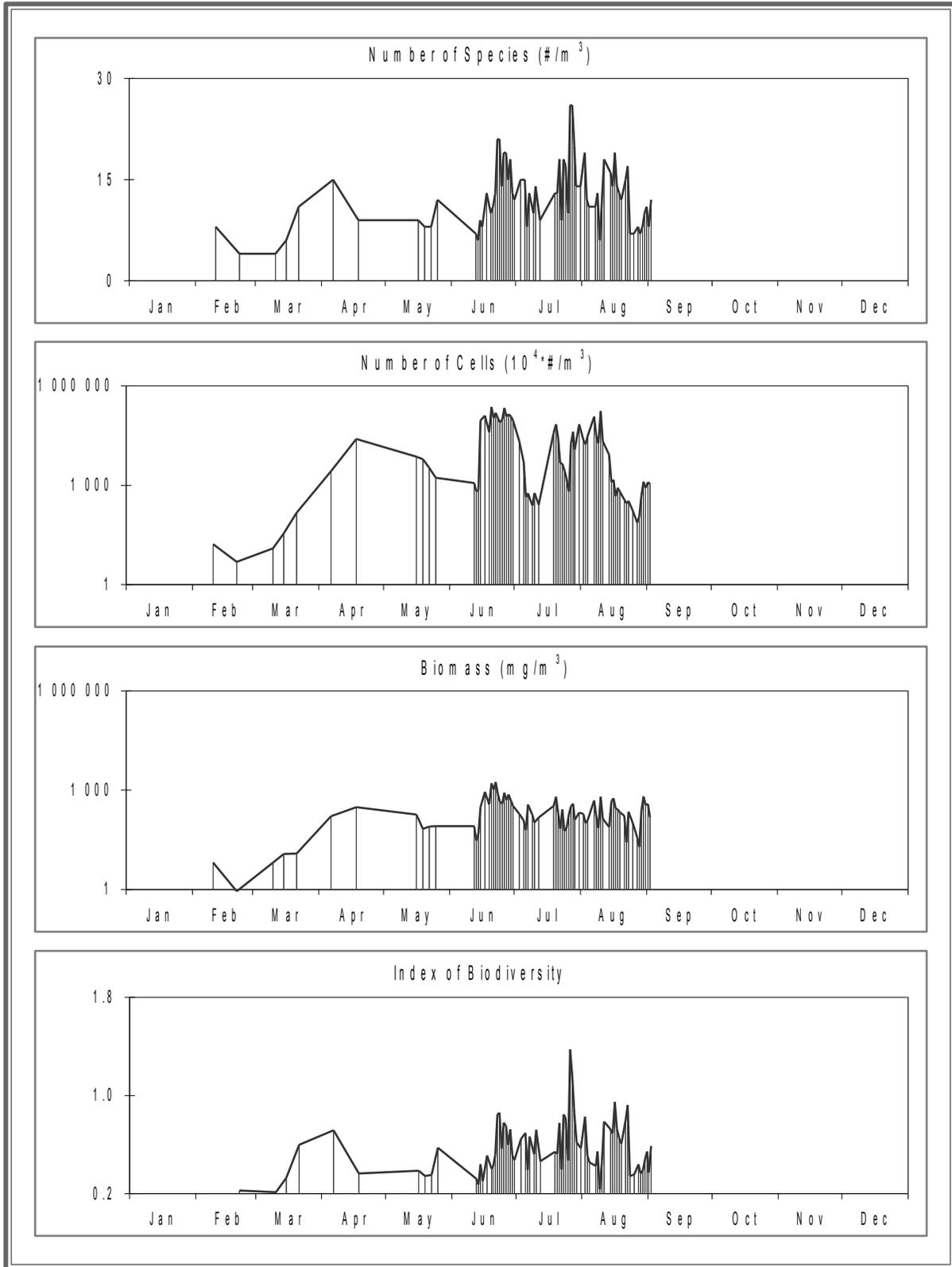


Fig. E2.49. Phytoplankton. Quantitative variables. Dalnezelenetskaya Bay. 1989

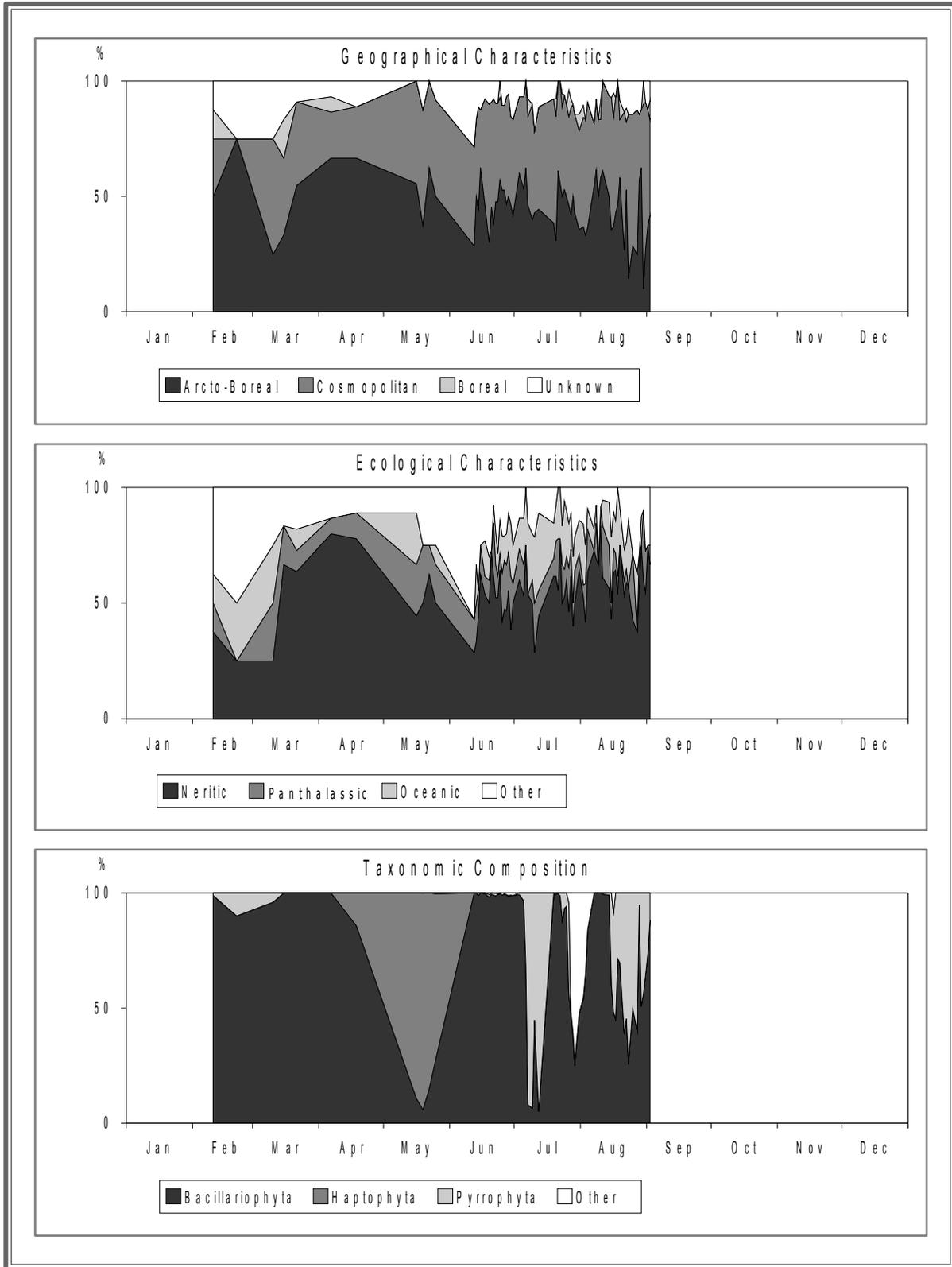


Fig. E2.50. Phytoplankton. Structural variables. Dalnezelenetskaya Bay. 1989

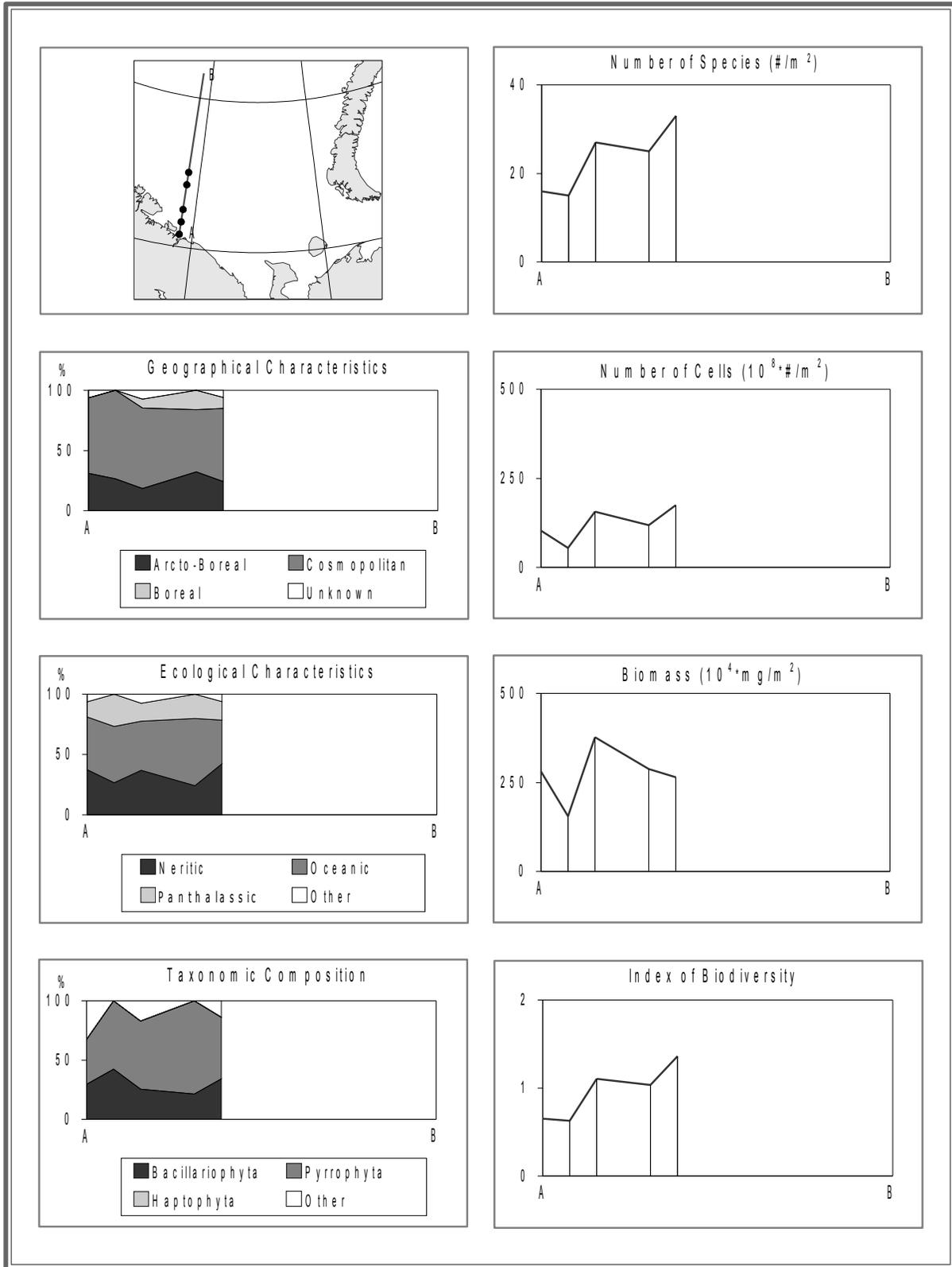


Fig. E2.51. Phytoplankton. Surface-bottom. Vessel *Sokolitsa*. May, 1921

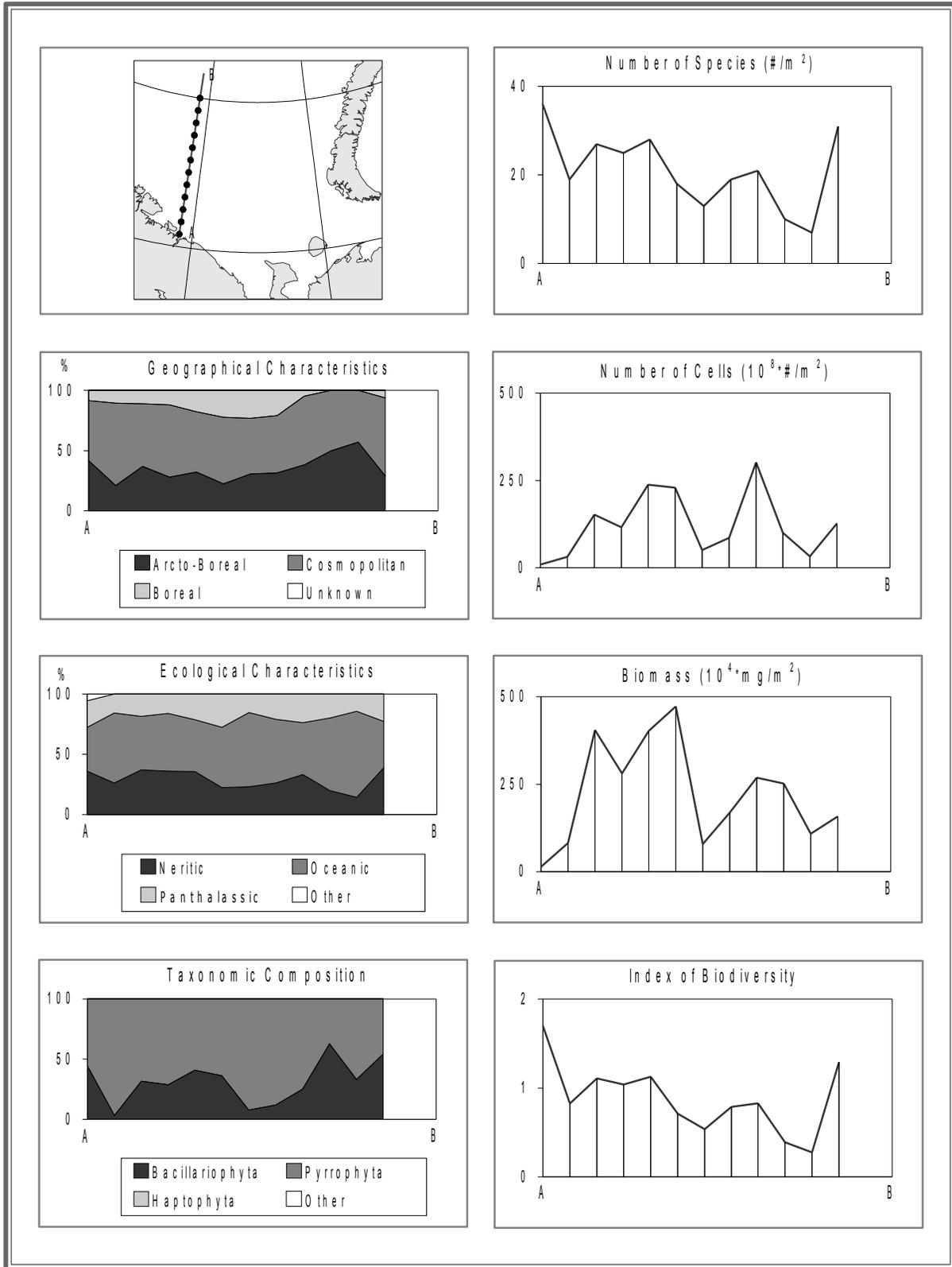


Fig. E2.52. Phytoplankton. Surface-bottom. Vessel *Sokolitsa*. August, 1921

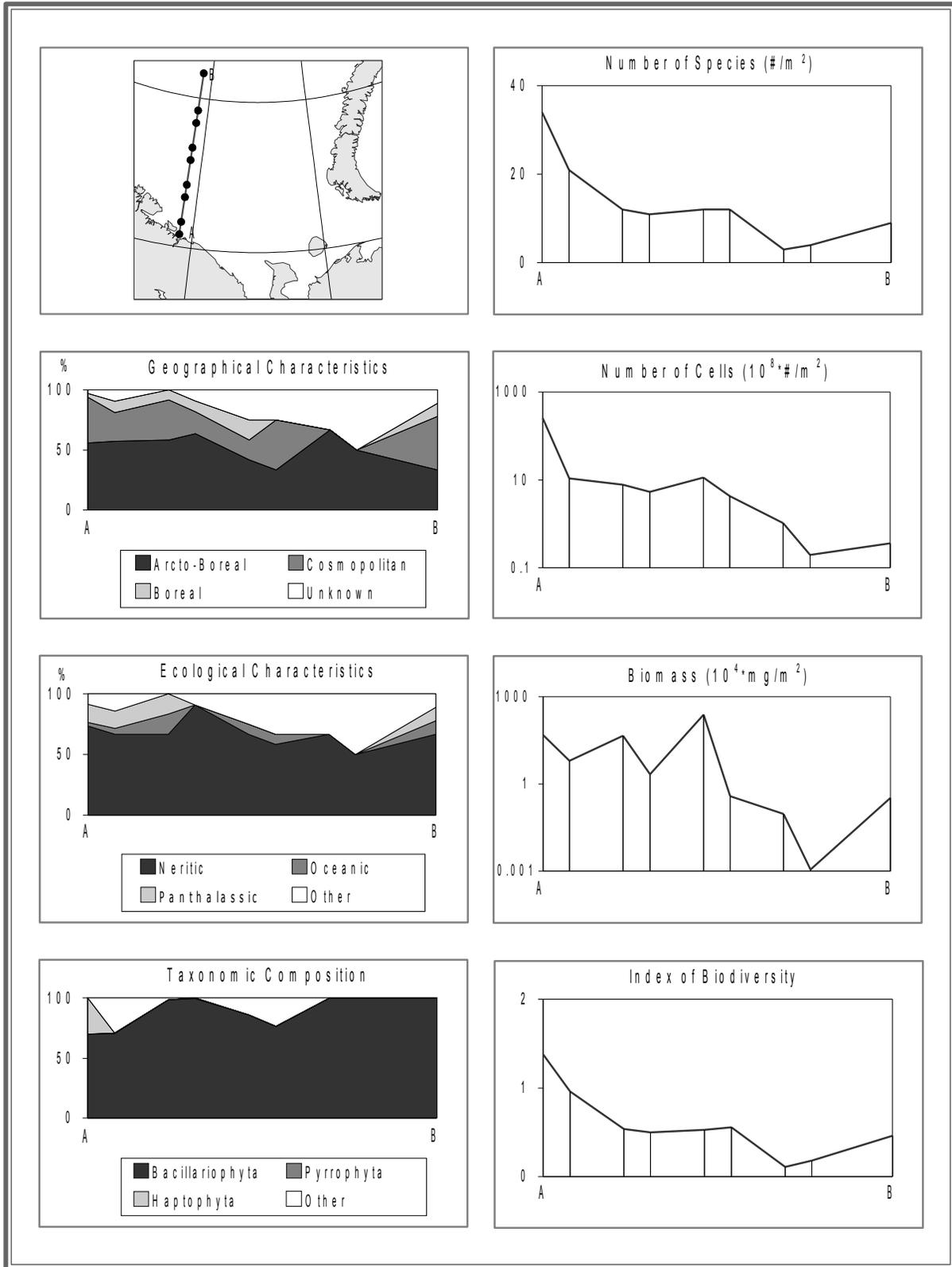


Fig. E2.53. Phytoplankton. Surface-bottom. Vessel *Pomor*. April, 1985

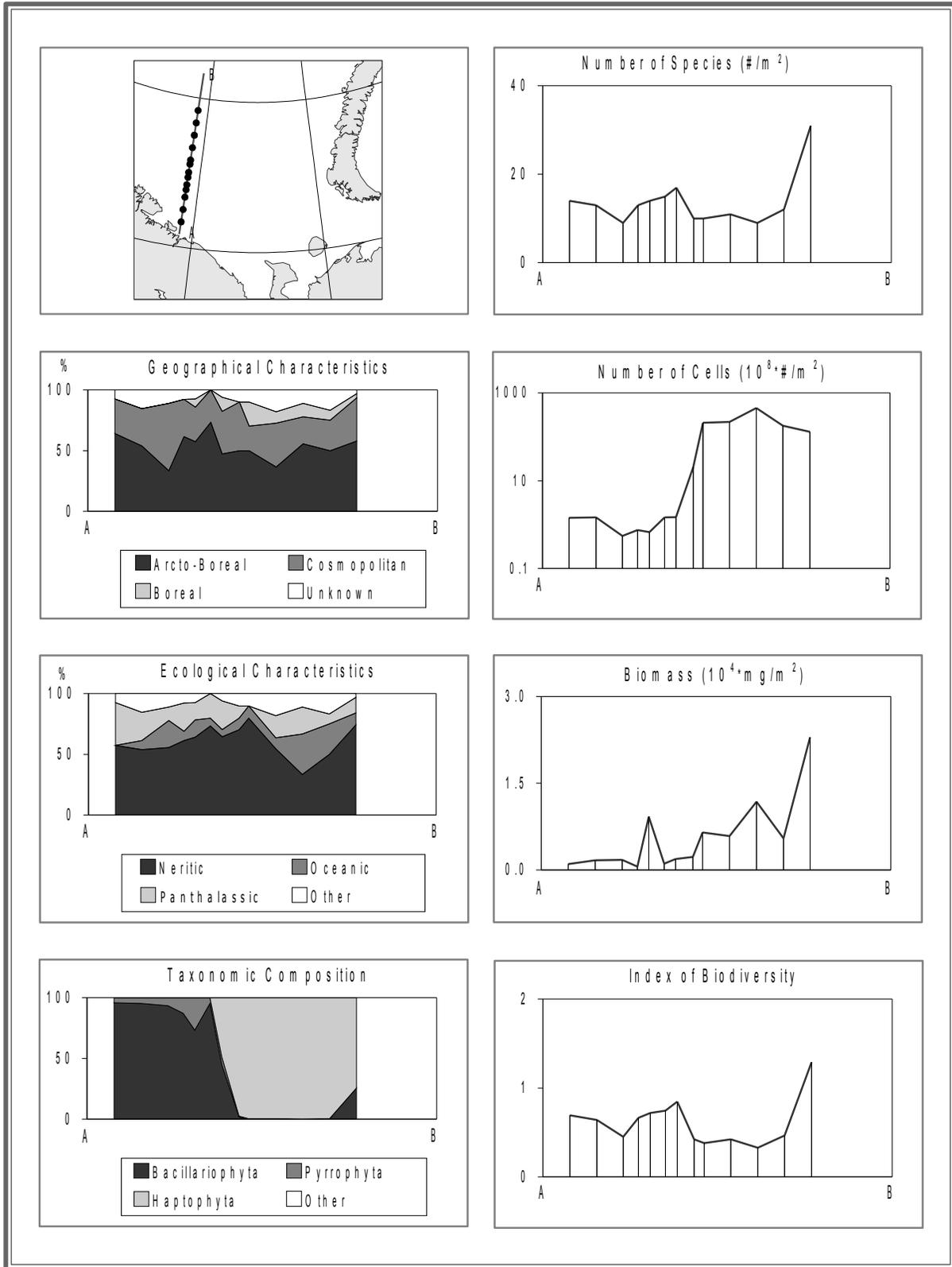


Fig. E2.54. Phytoplankton. Surface-bottom. Vessel *Pomor*. May, 1997

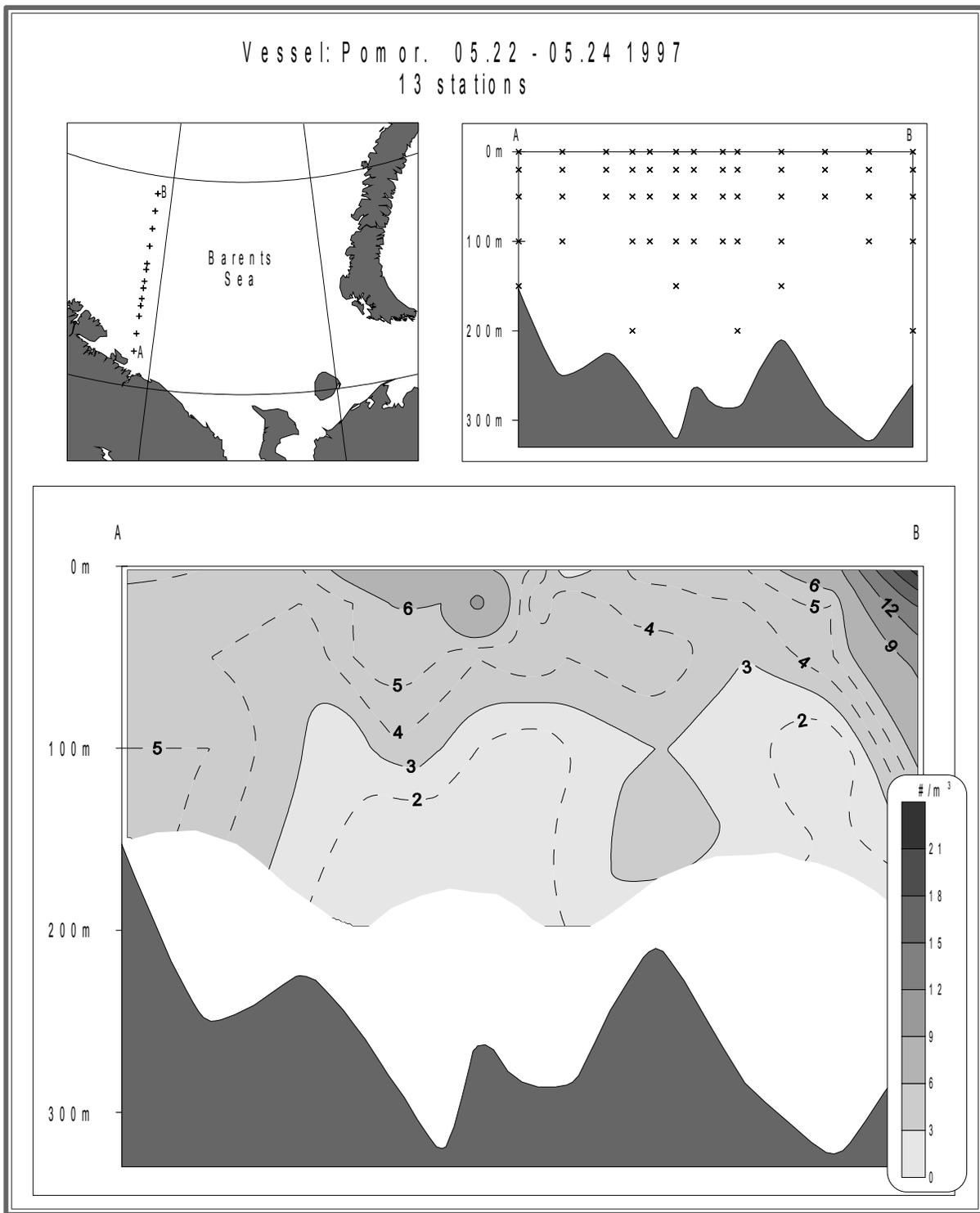


Fig. E2.55. Phytoplankton. Number of species. May, 1997

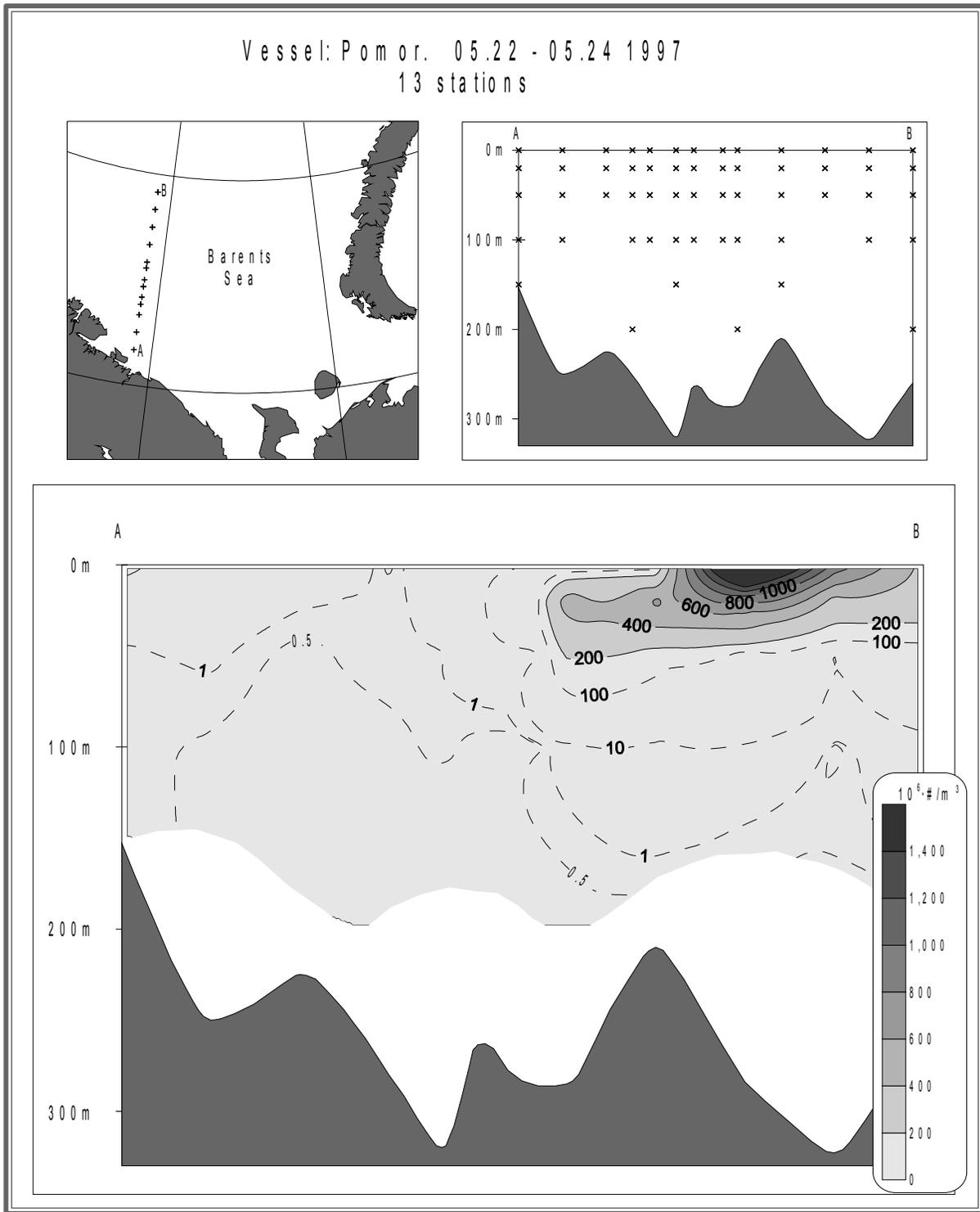


Fig. E2.56. Phytoplankton. Number of cells. May, 1997

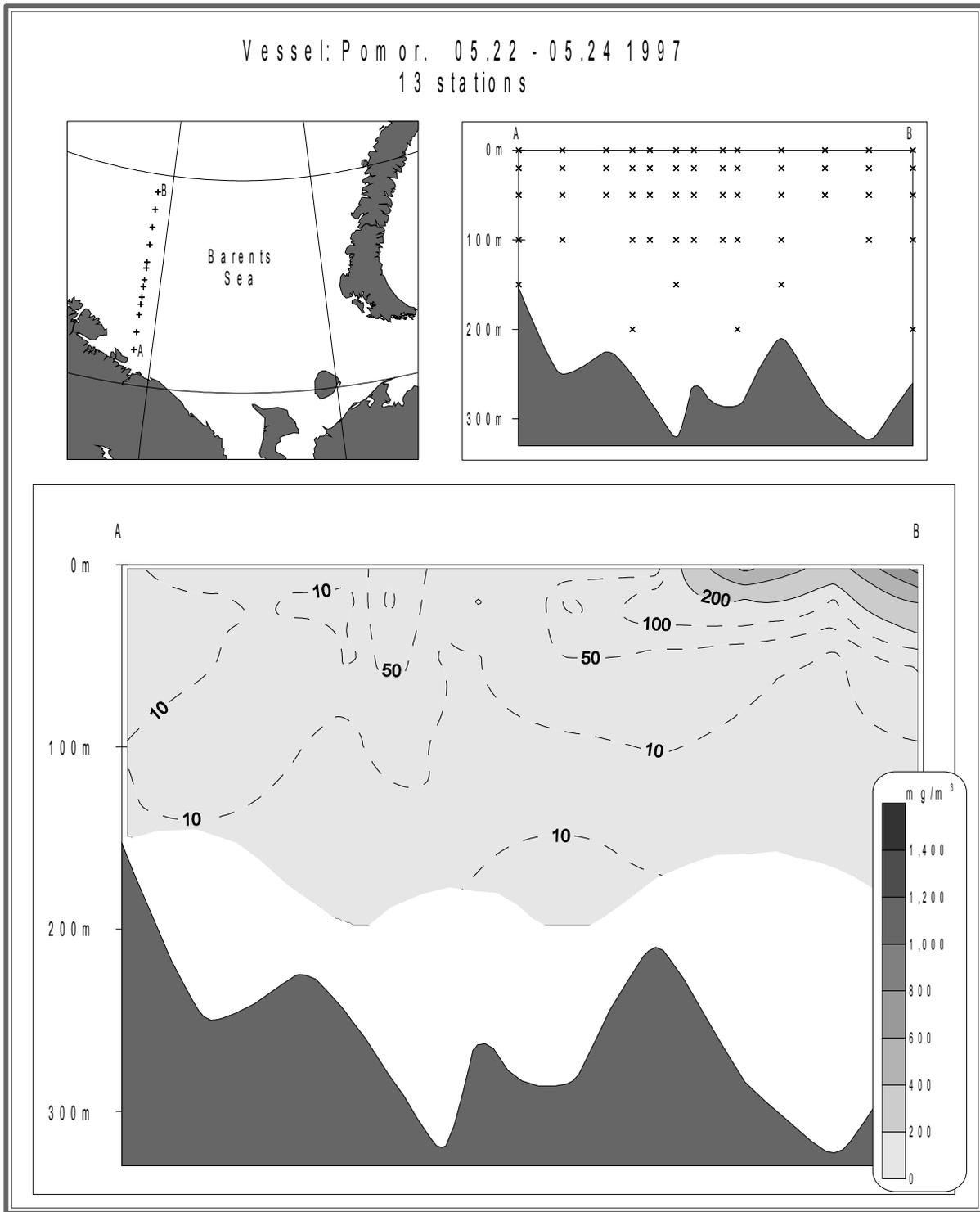


Fig. E2.57. Phytoplankton. Biomass. May, 1997

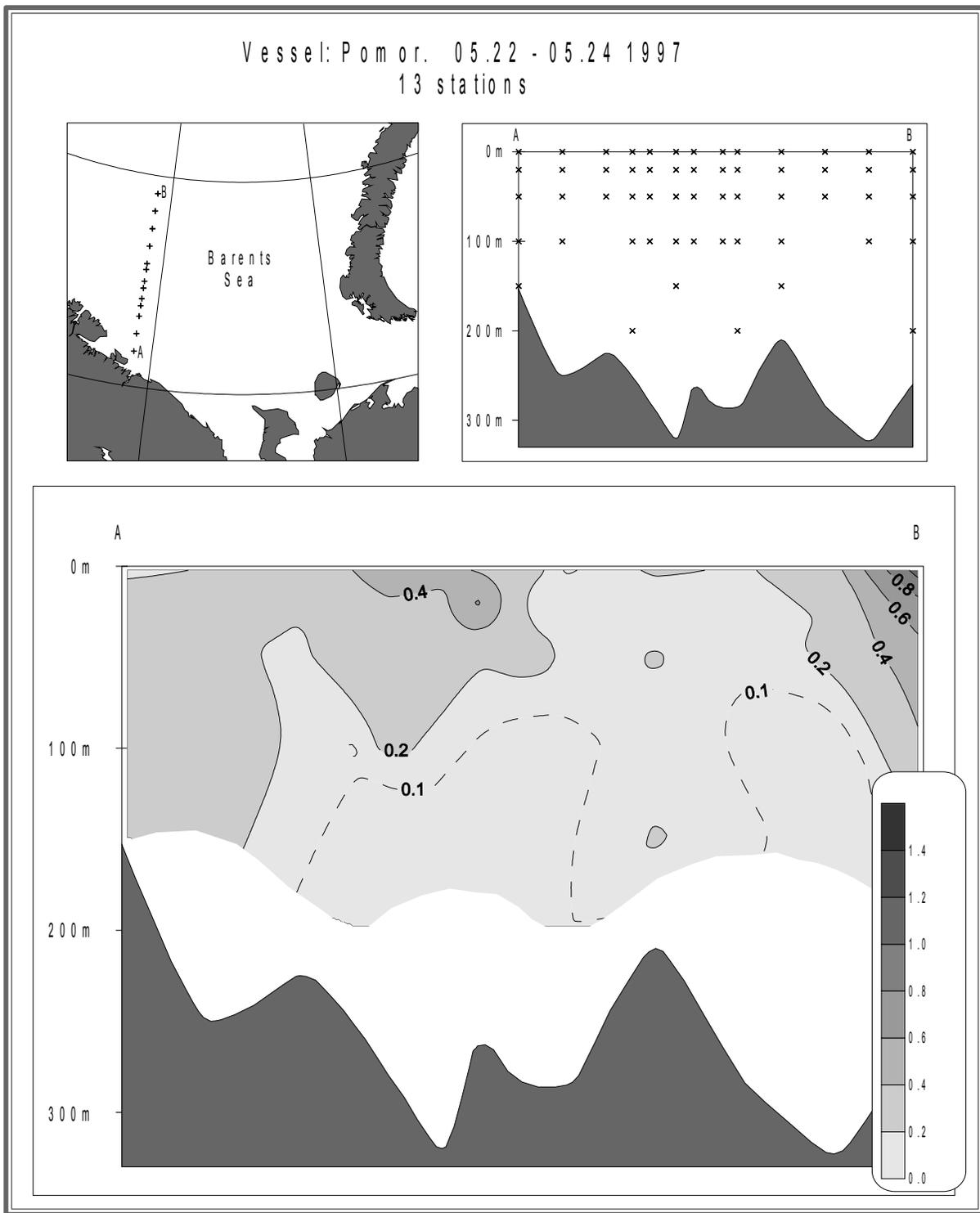


Fig. E2.58. Phytoplankton. Biodiversity. May, 1997

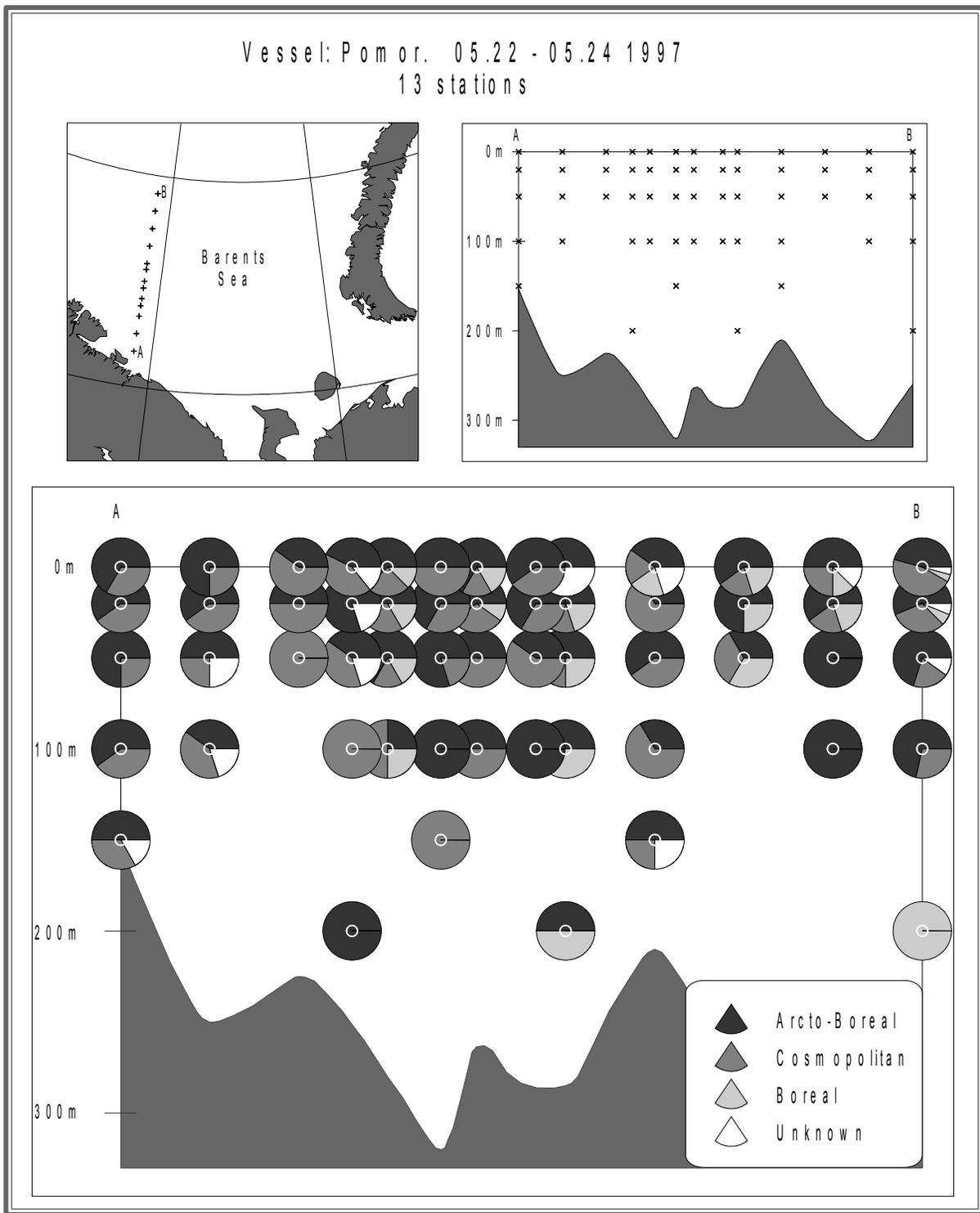


Fig. E2.59. Phytoplankton. Geographical characteristics. May, 1997

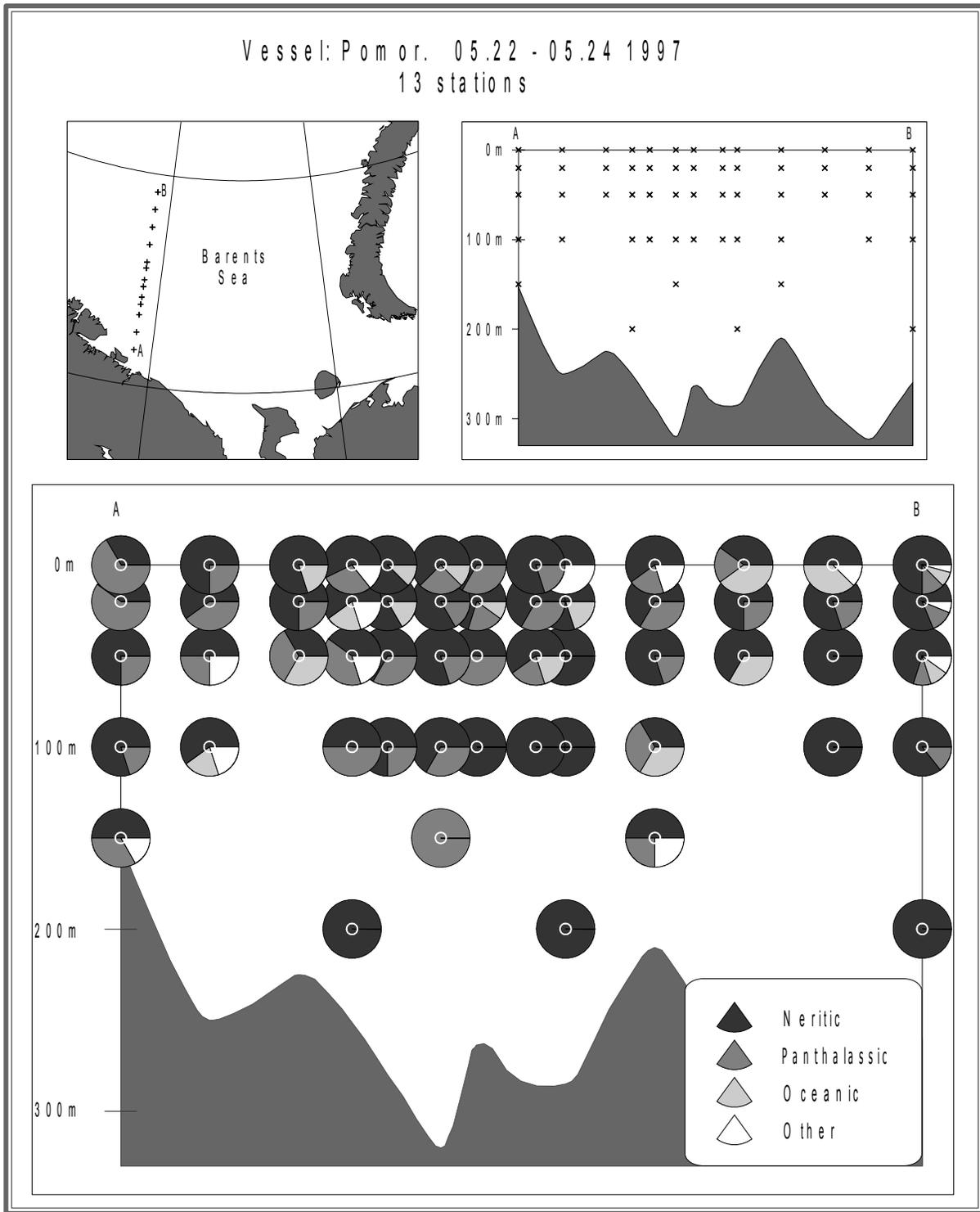


Fig. E2.60. Phytoplankton. Ecological characteristics. May, 1997

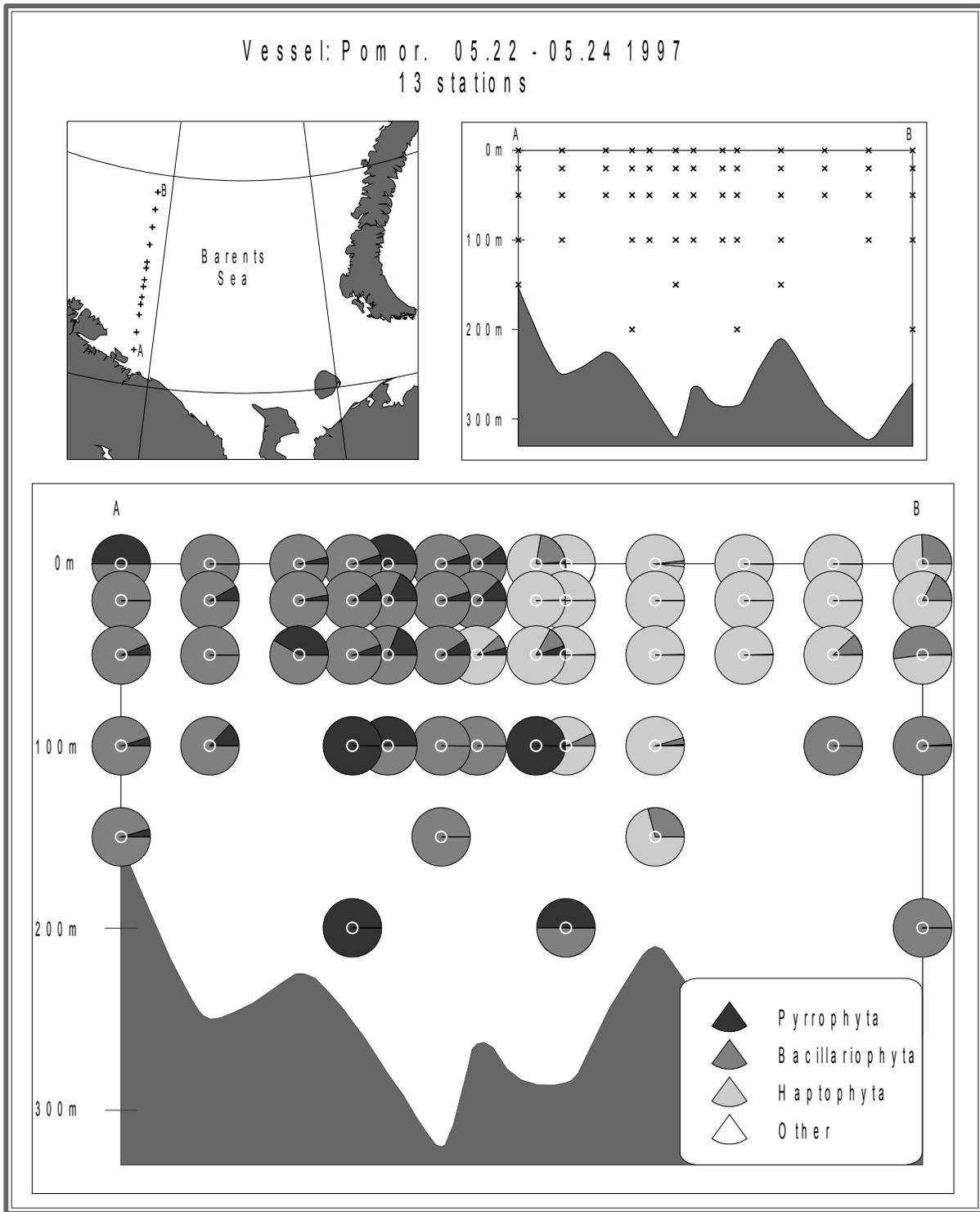


Fig. E2.61. Phytoplankton. Taxonomic composition. May, 1997

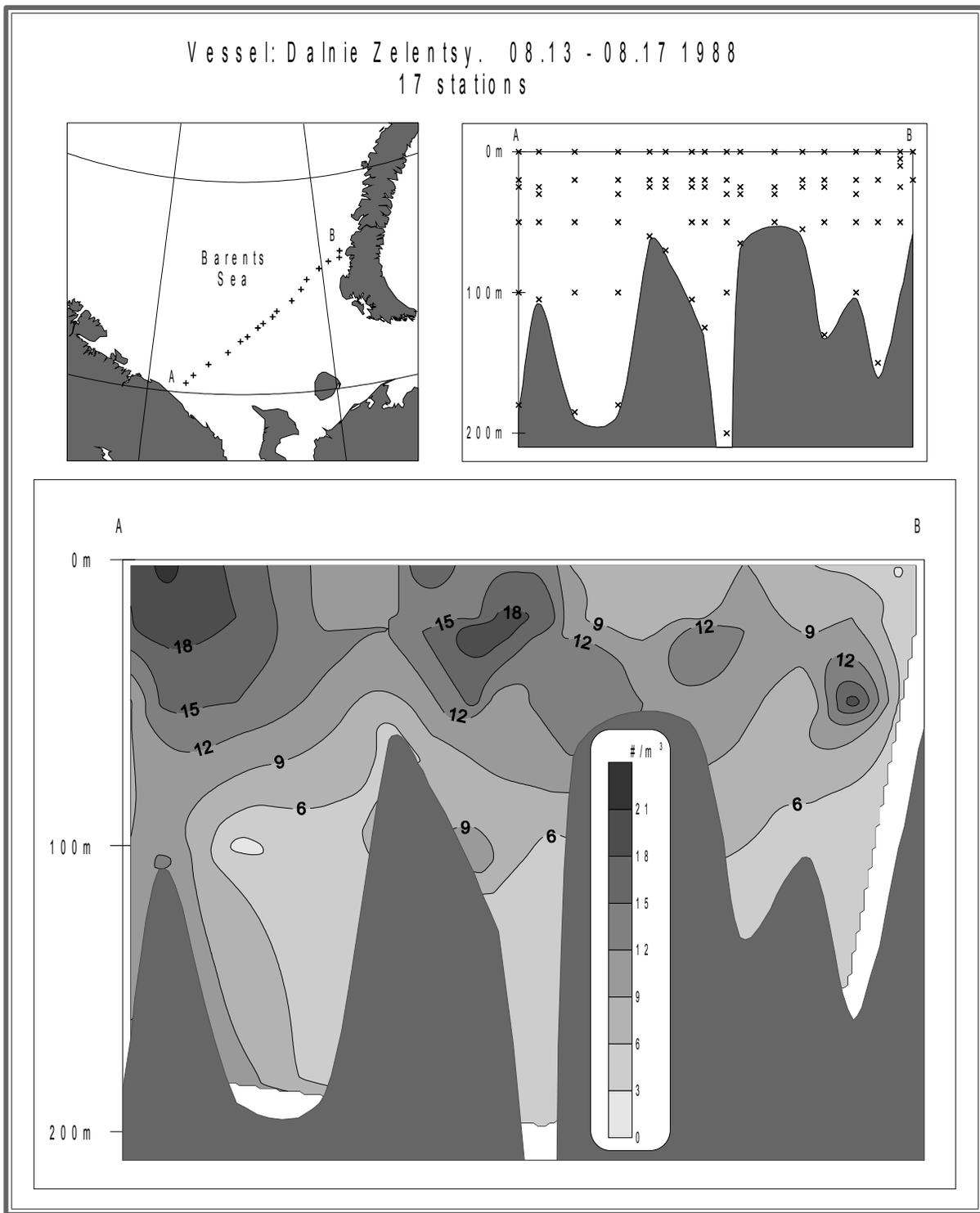


Fig. E2.62. Phytoplankton. Number of species. August, 1988

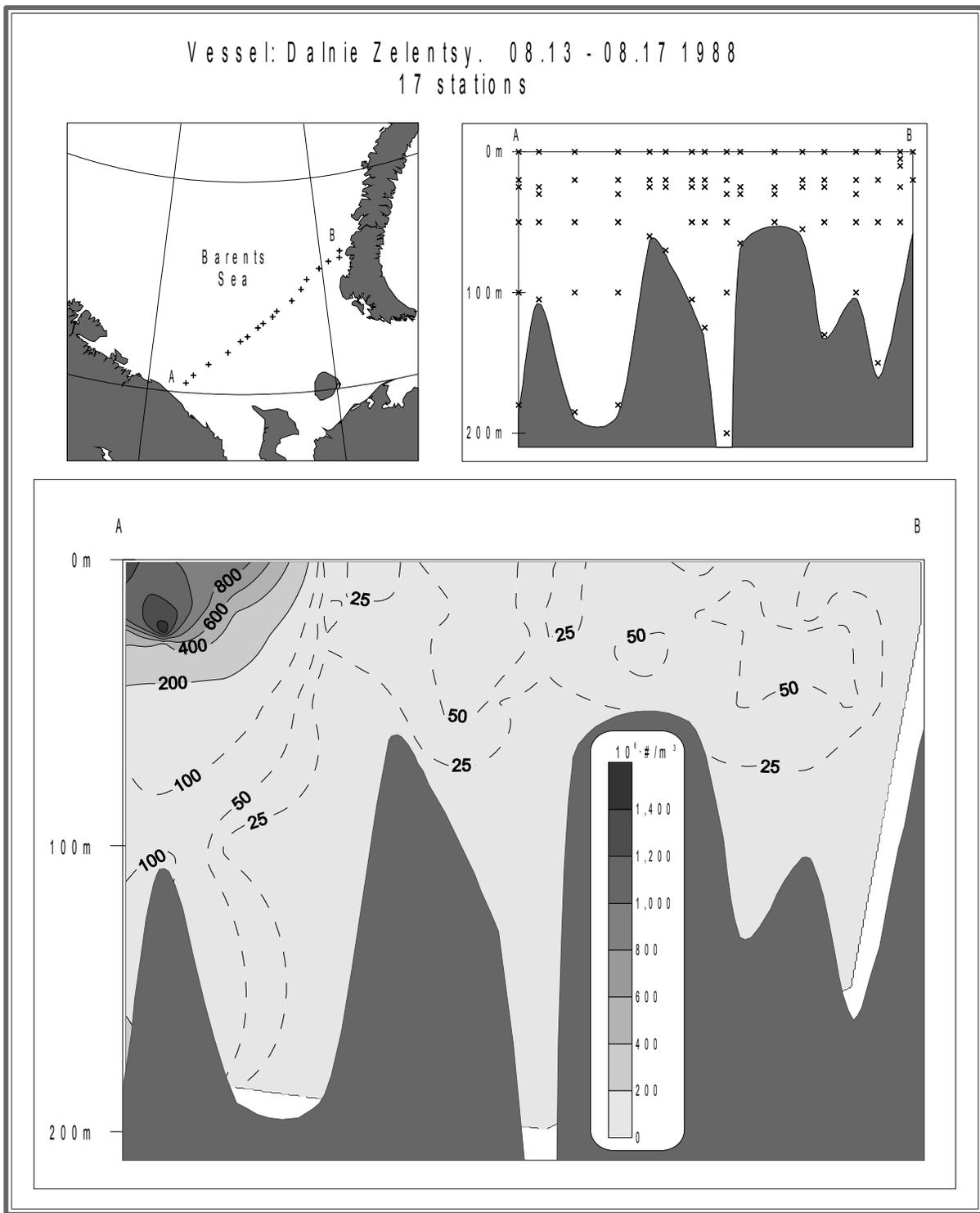


Fig. E2.63. Phytoplankton. Number of cells. August, 1988

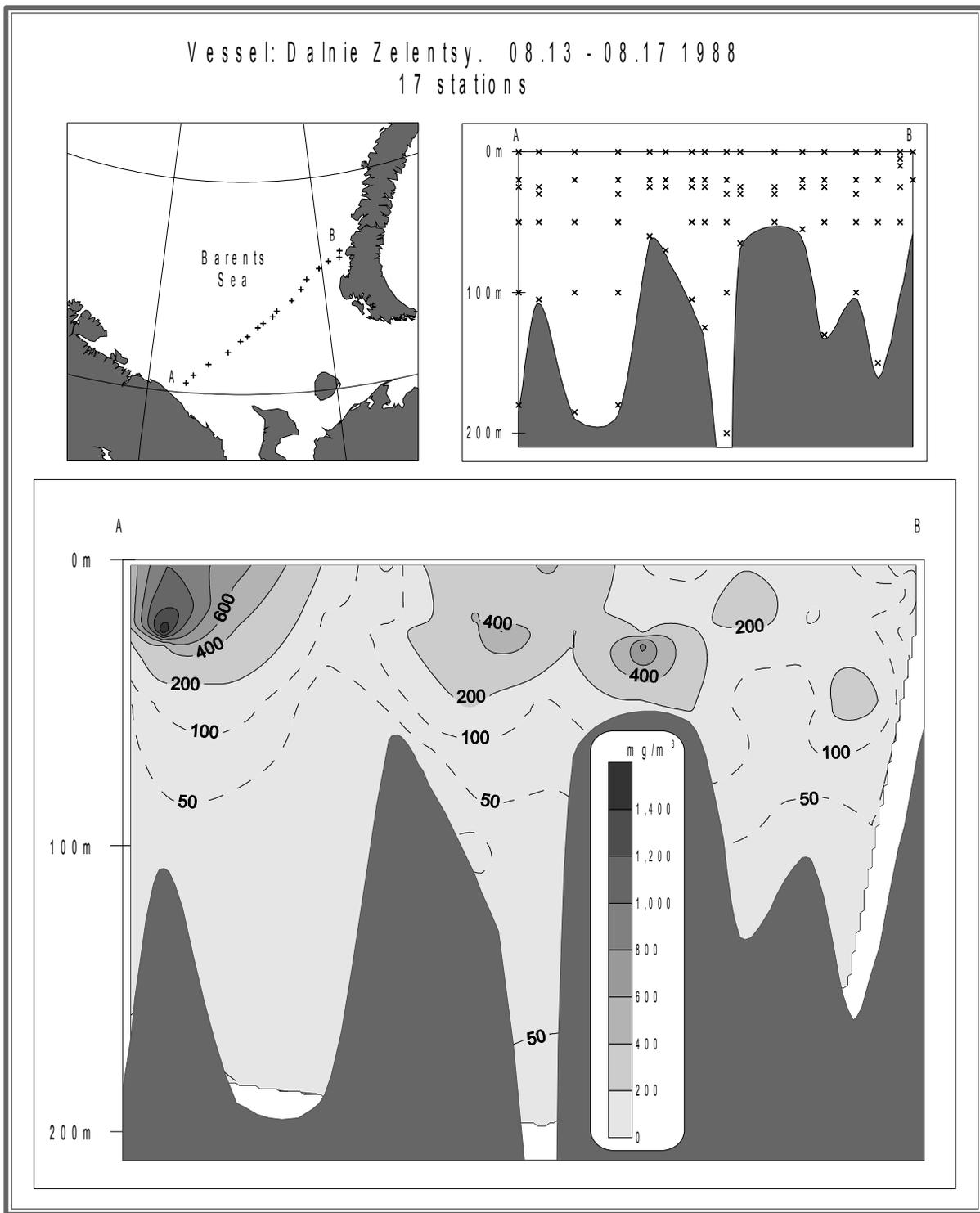


Fig. E2.64. Phytoplankton. Biomass. August, 1988

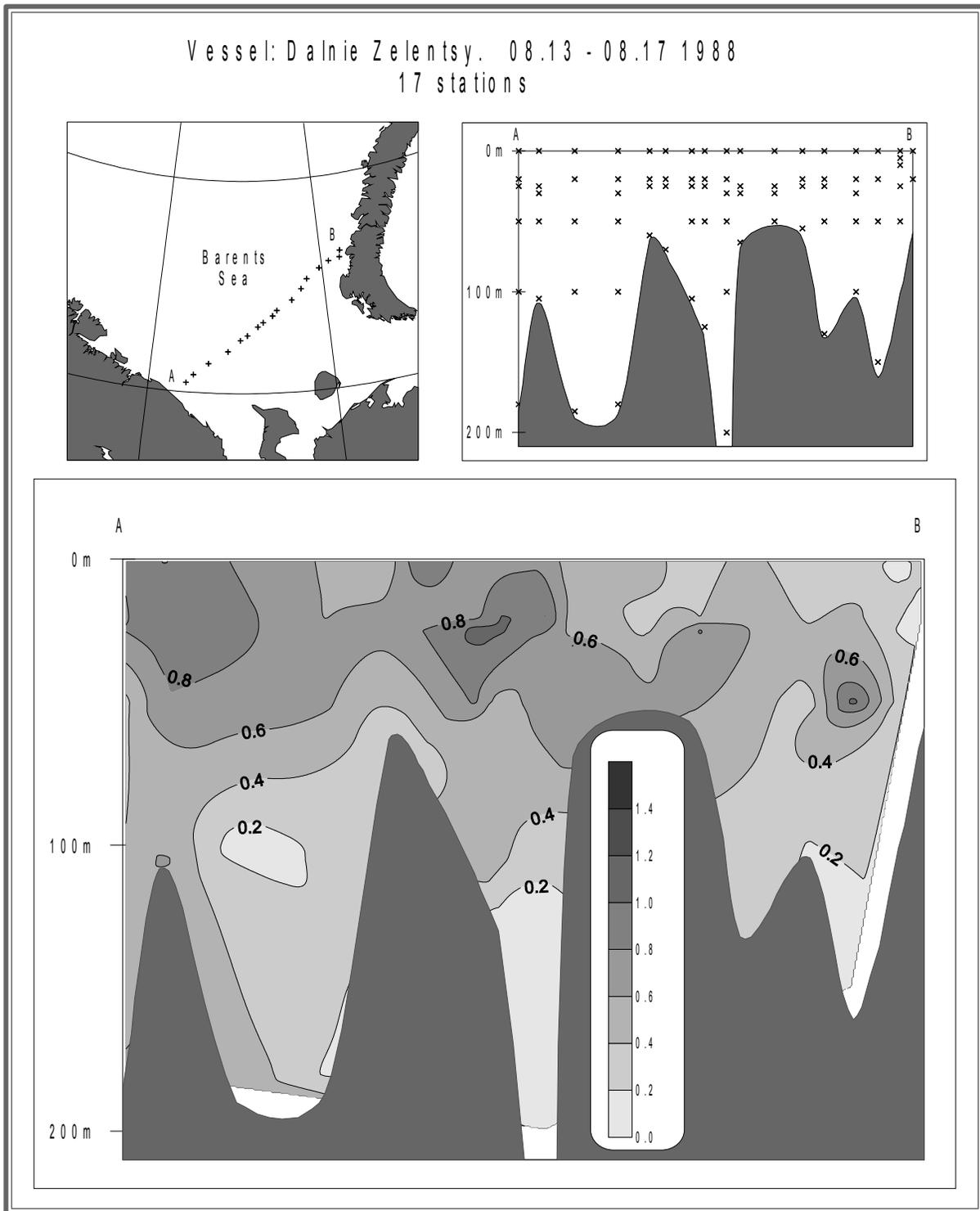


Fig. E2.65. Phytoplankton. Biodiversity. August, 1988

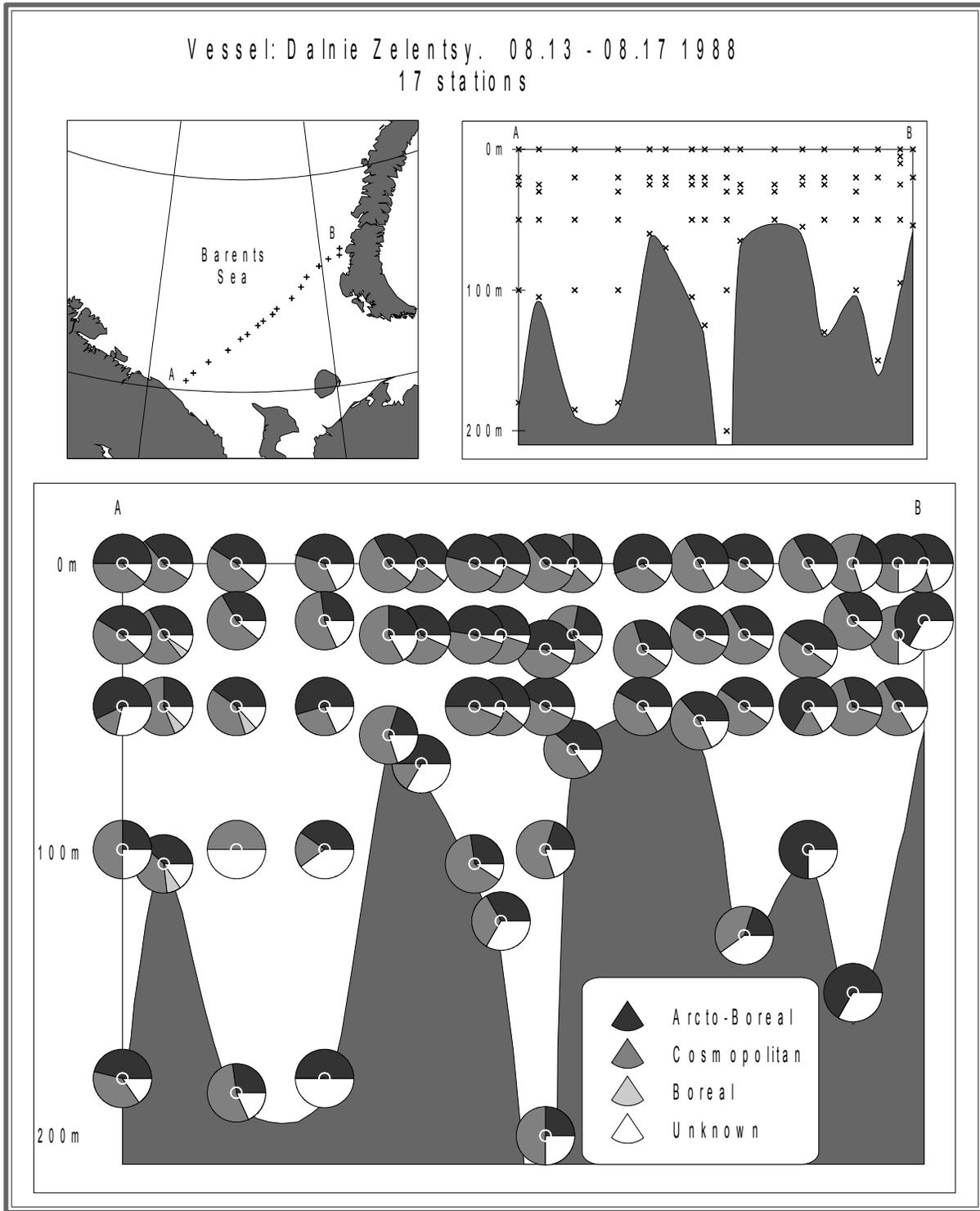


Fig. E2.66. Phytoplankton. Geographical characteristics. August, 1988

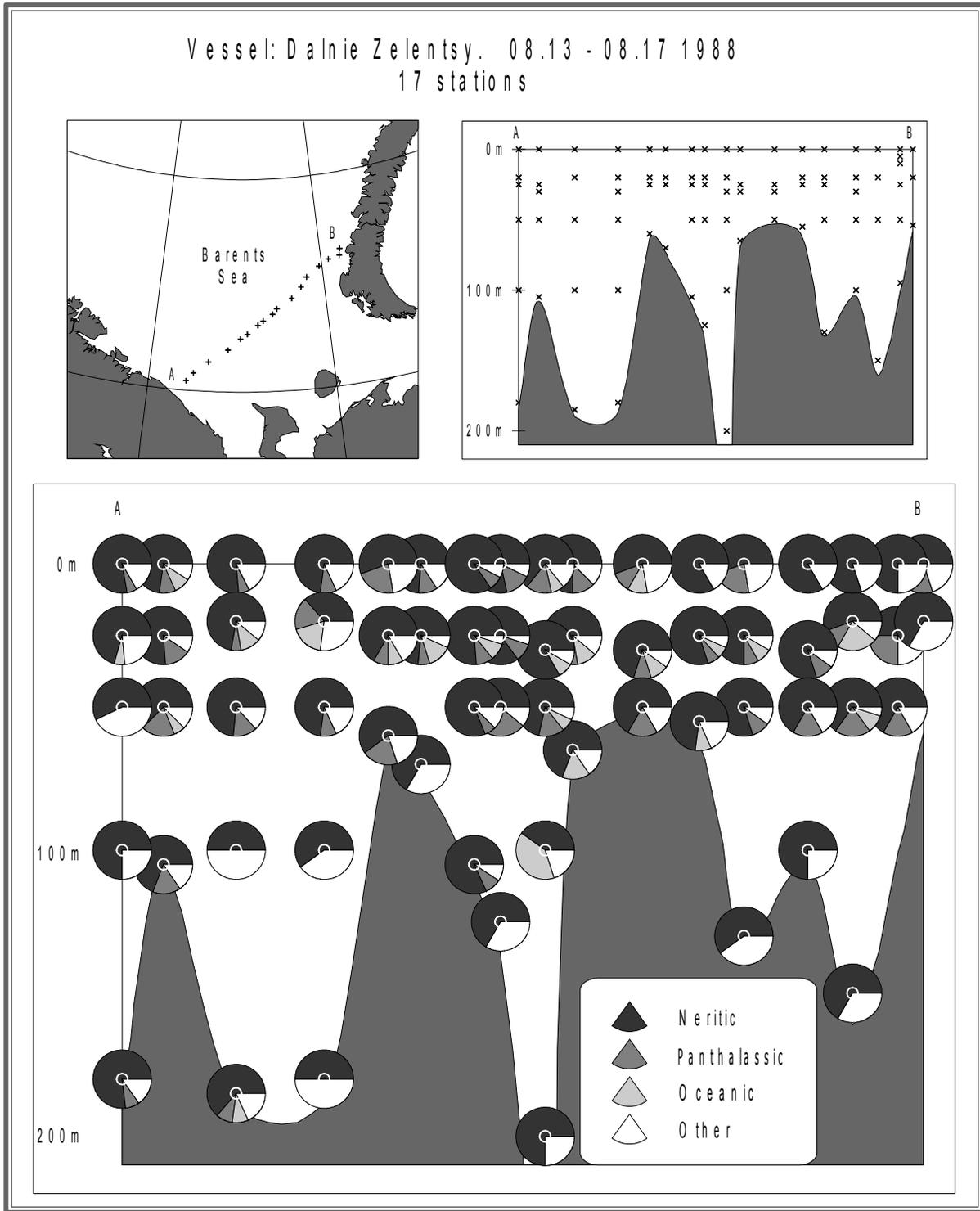


Fig. E2.67. Phytoplankton. Ecological characteristics. August, 1988

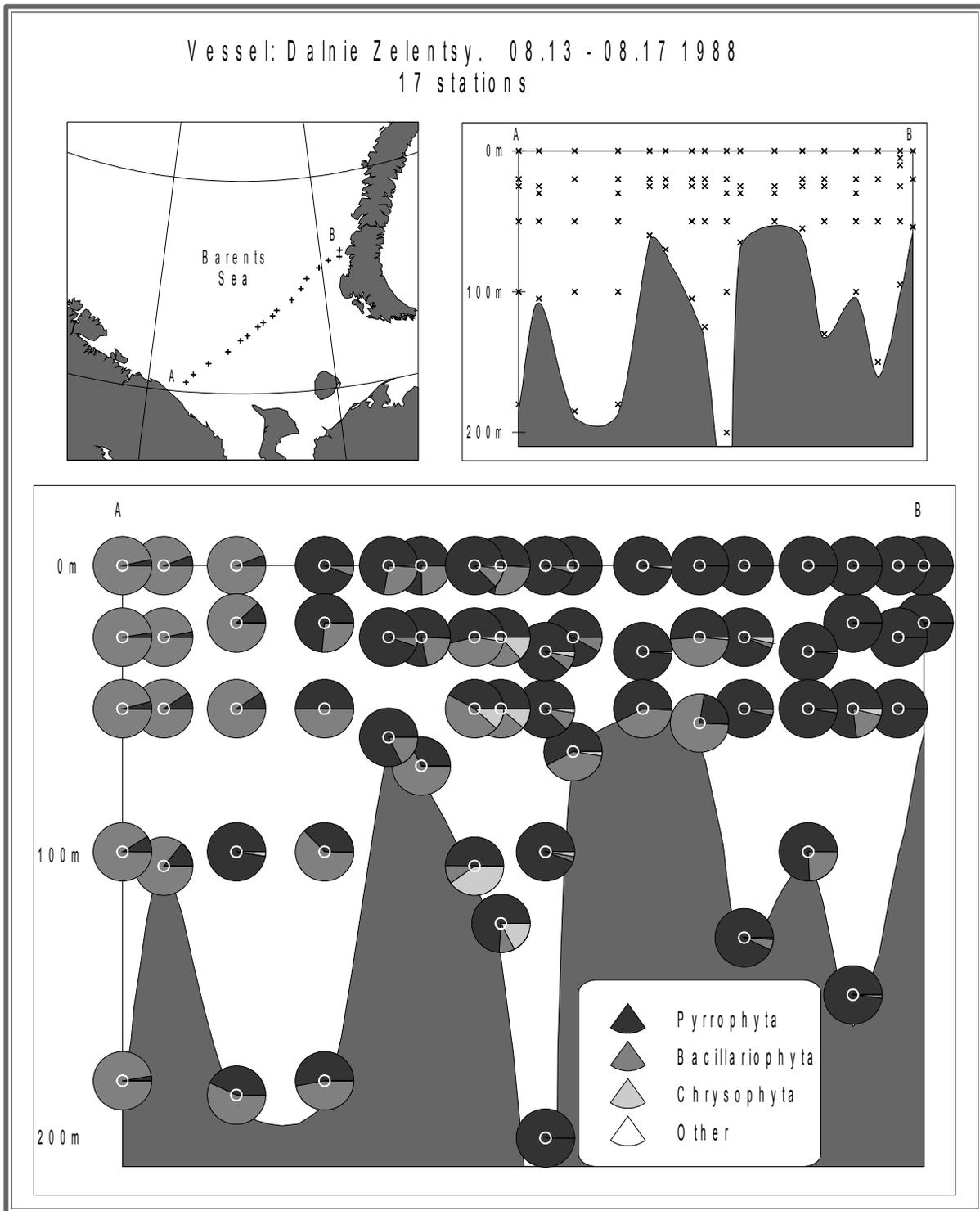


Fig. E2.68. Phytoplankton. Taxonomic composition. August, 1988

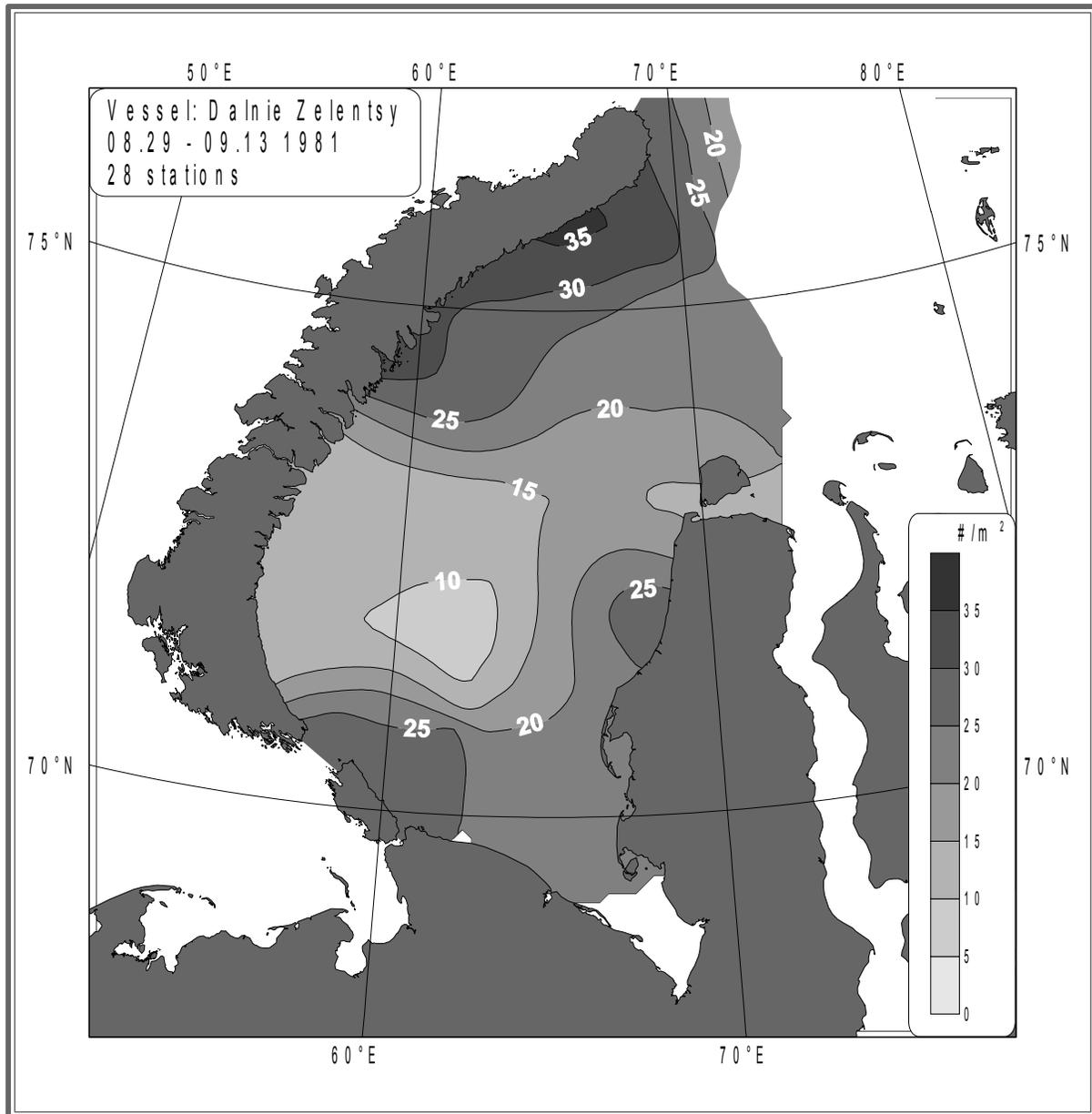


Fig. E3.1. Phytoplankton. Surface-bottom. Number of species. August-September, 1981

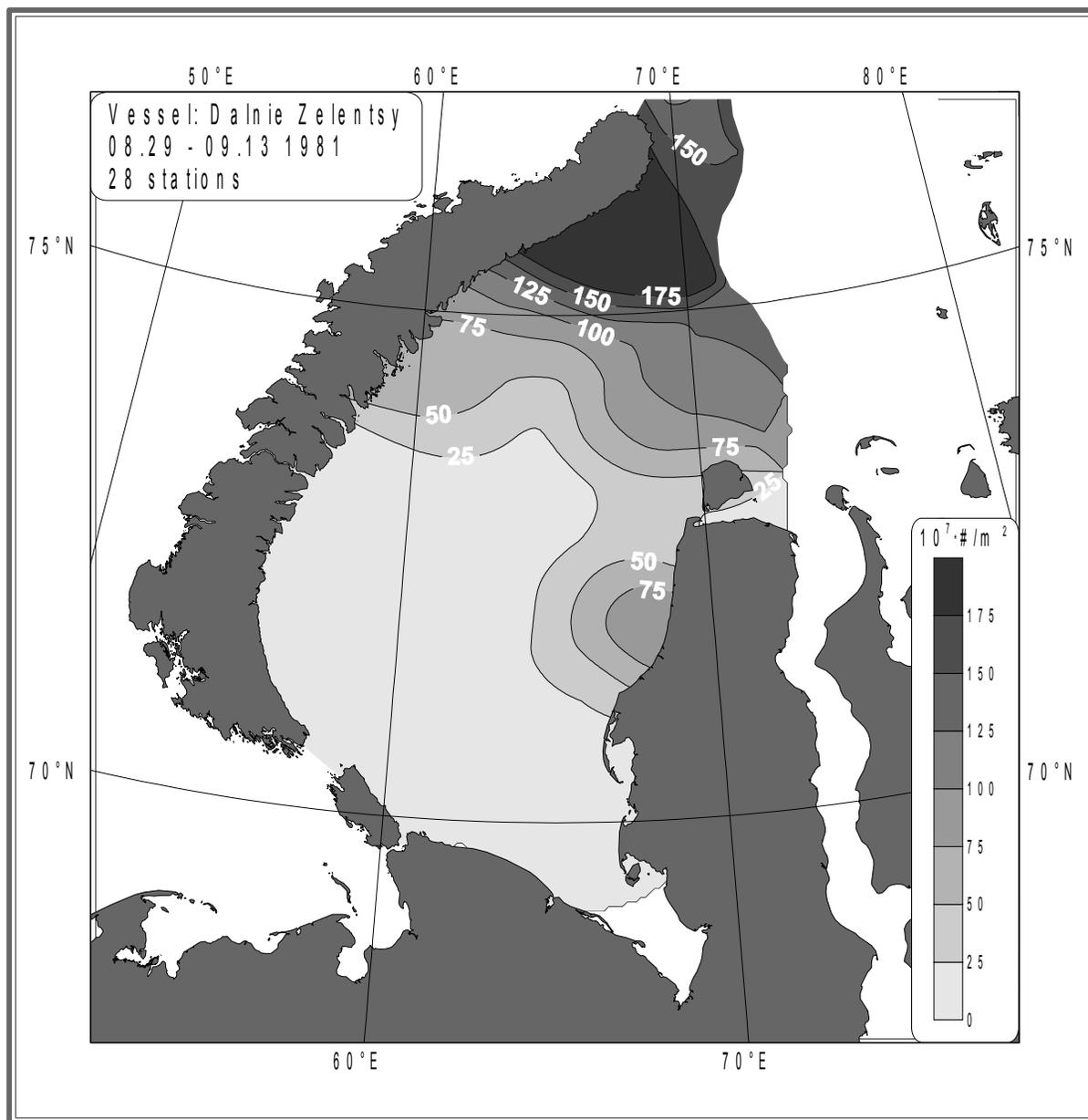


Fig. E3.2. Phytoplankton. Surface-bottom. Number of cells. August-September, 1981

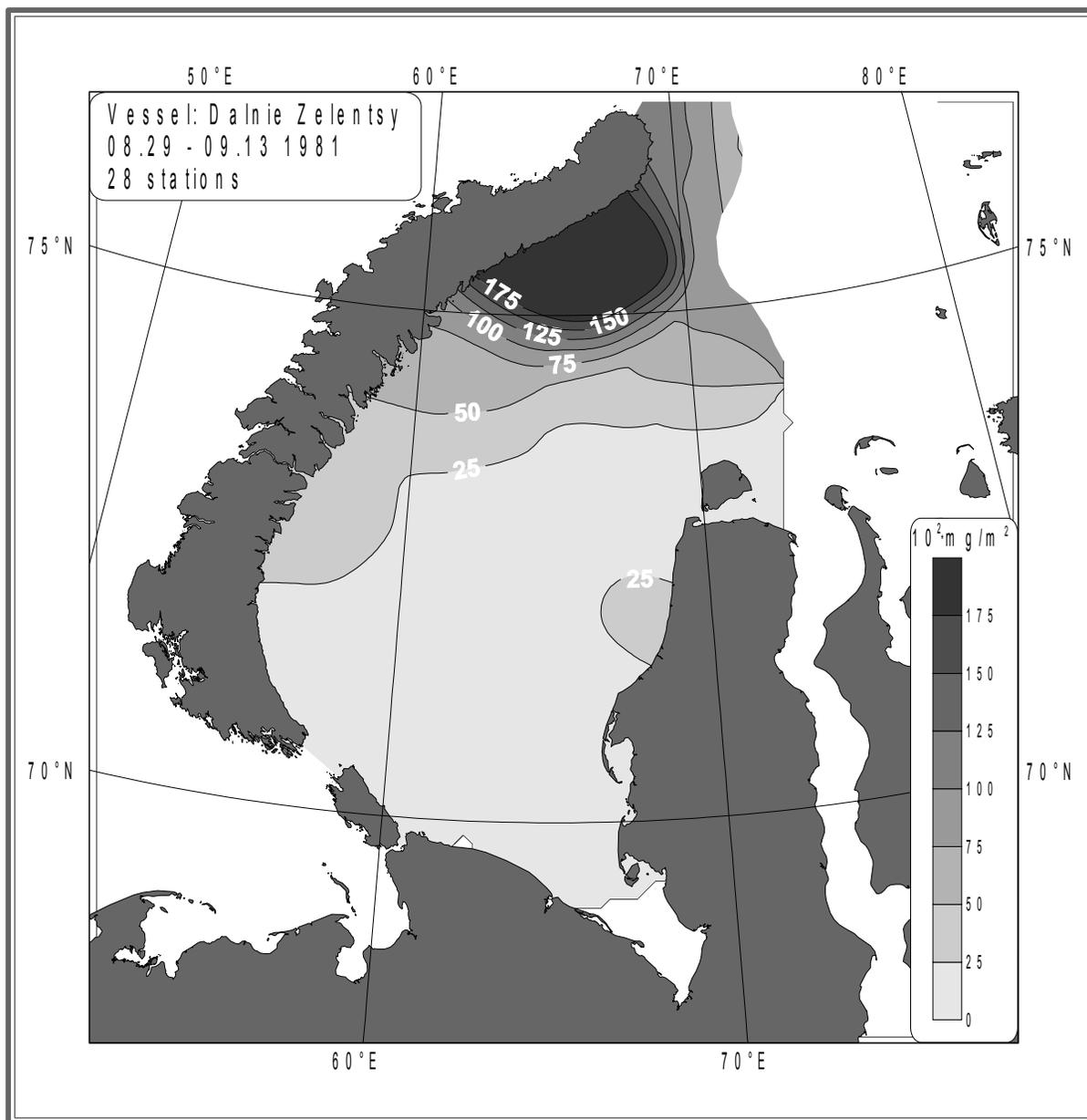


Fig. E3.3. Phytoplankton. Surface-bottom. Biomass. August-September, 1981

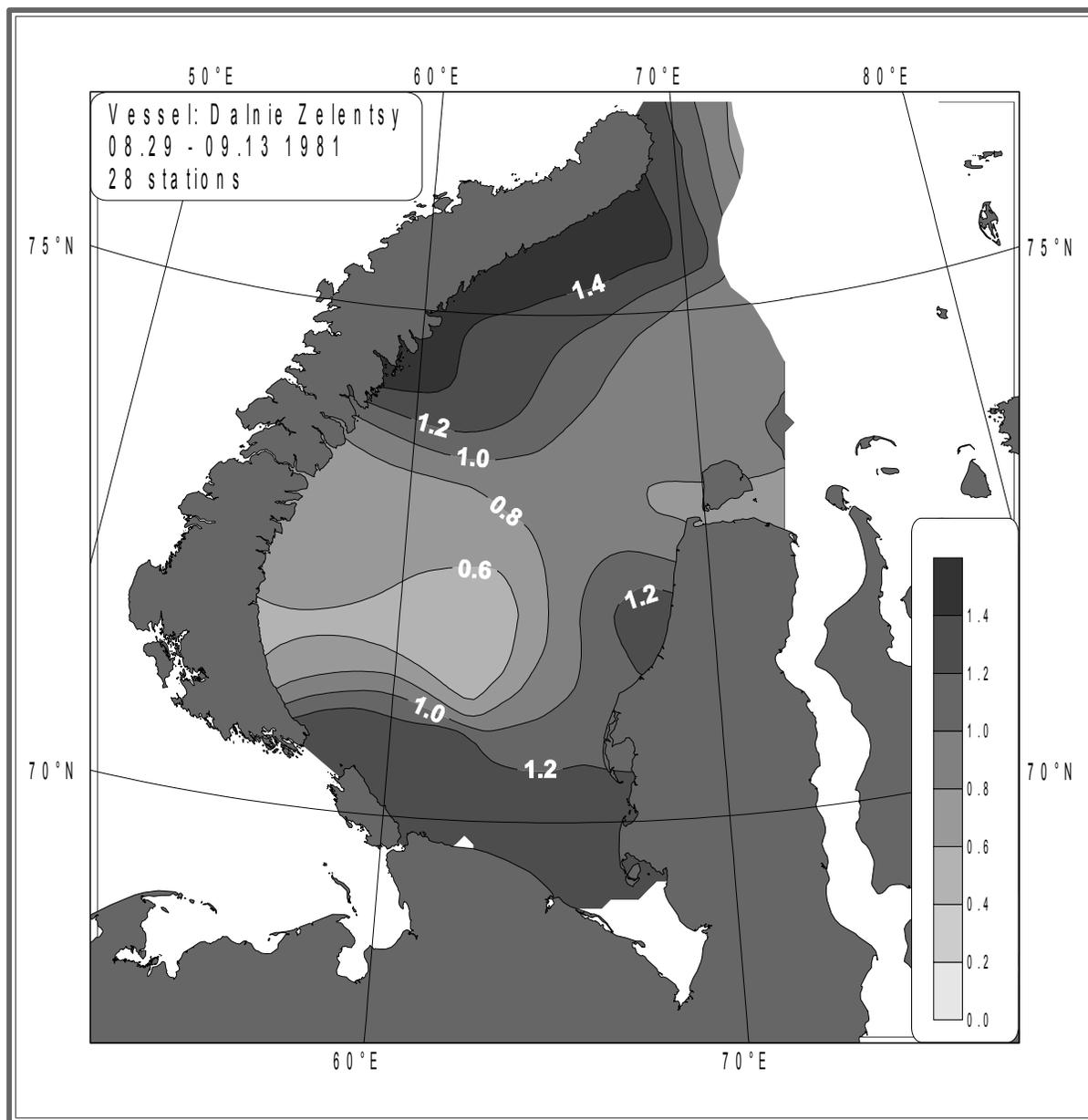


Fig. E3.4. Phytoplankton. Surface-bottom. Biodiversity. August-September, 1981

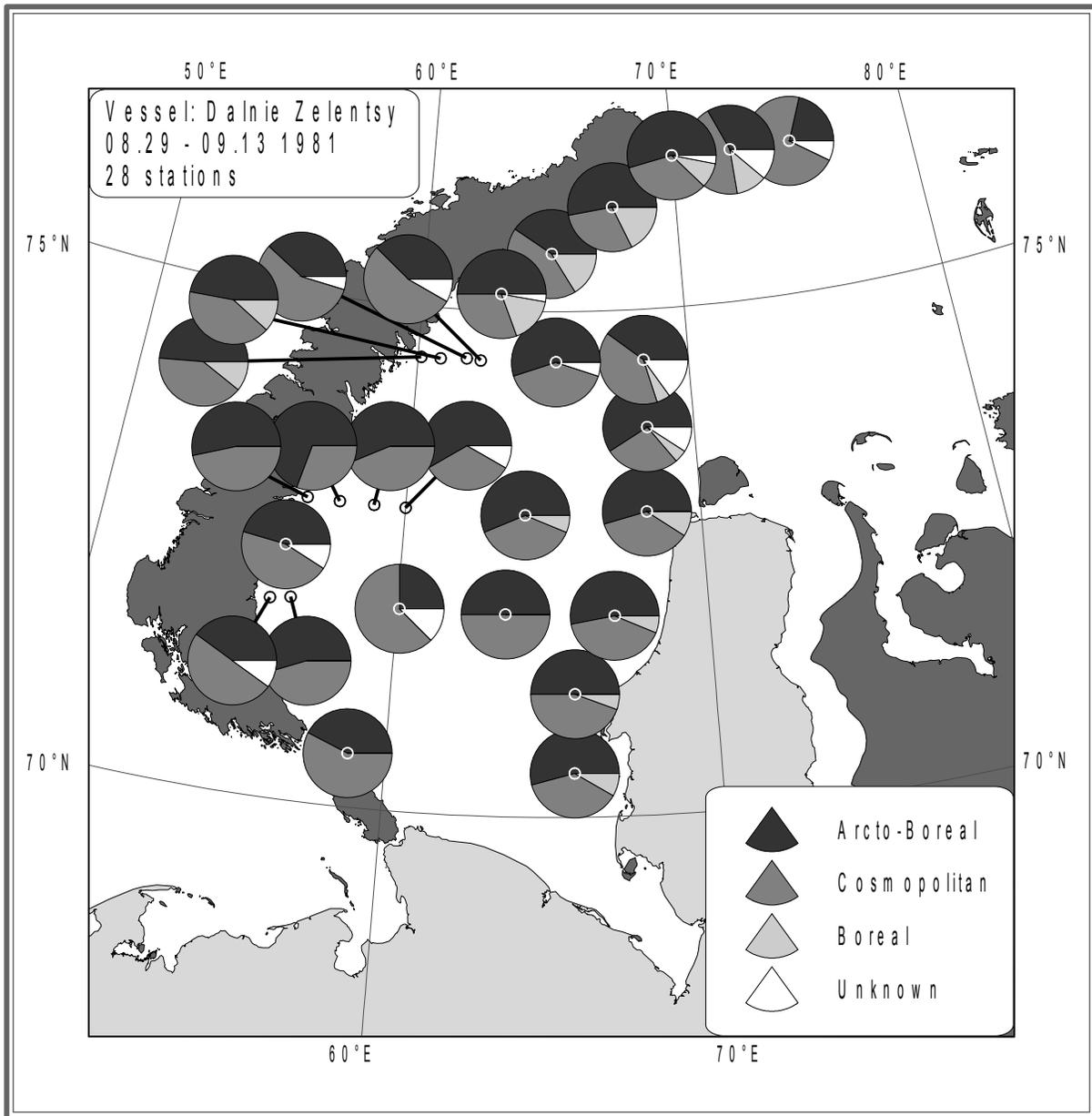


Fig. E3.5. Phytoplankton. Surface-bottom. Geographical characteristics. August-September, 1981

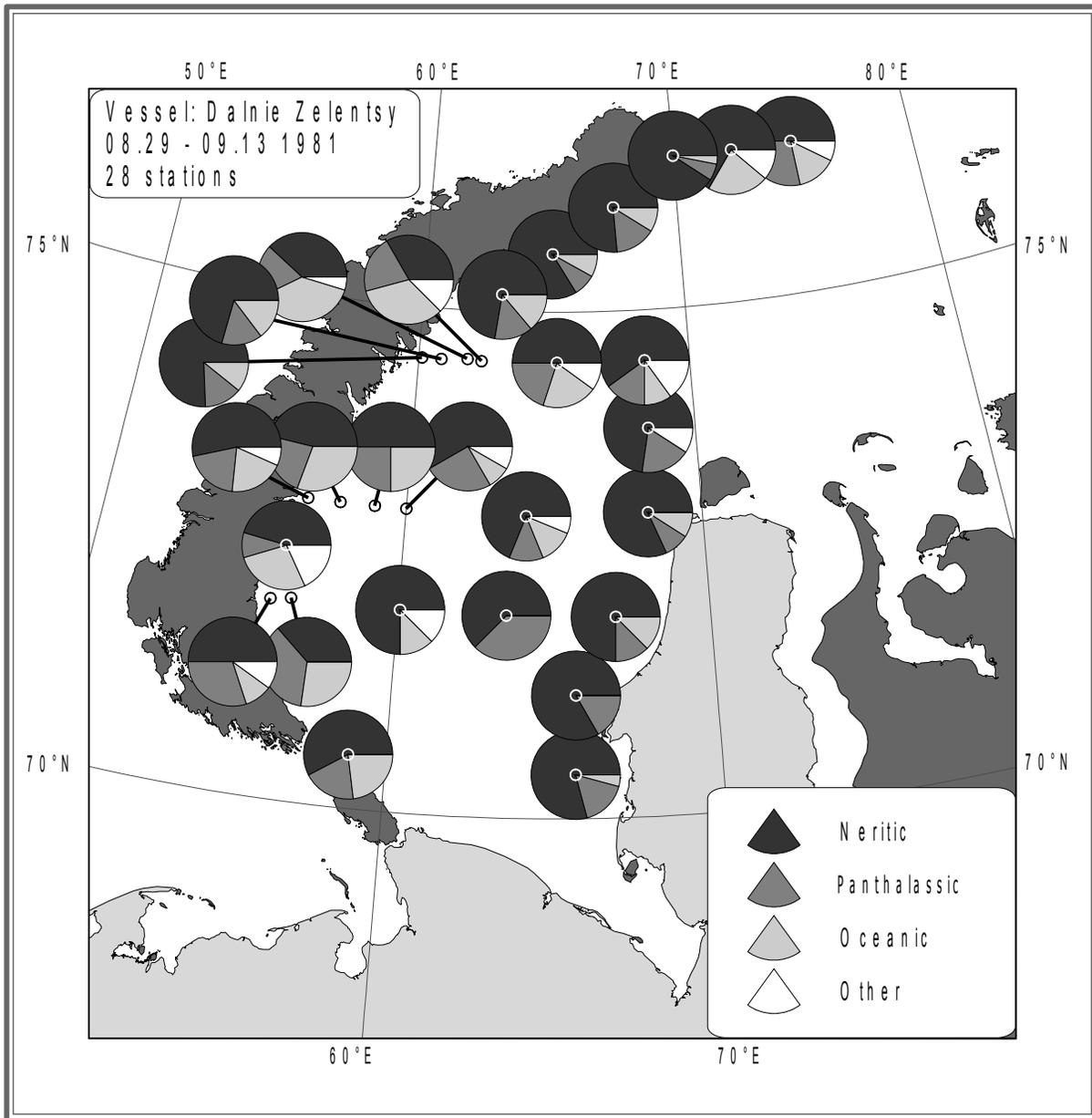


Fig. E3.6. Phytoplankton. Surface-bottom. Ecological characteristics. August-September, 1981

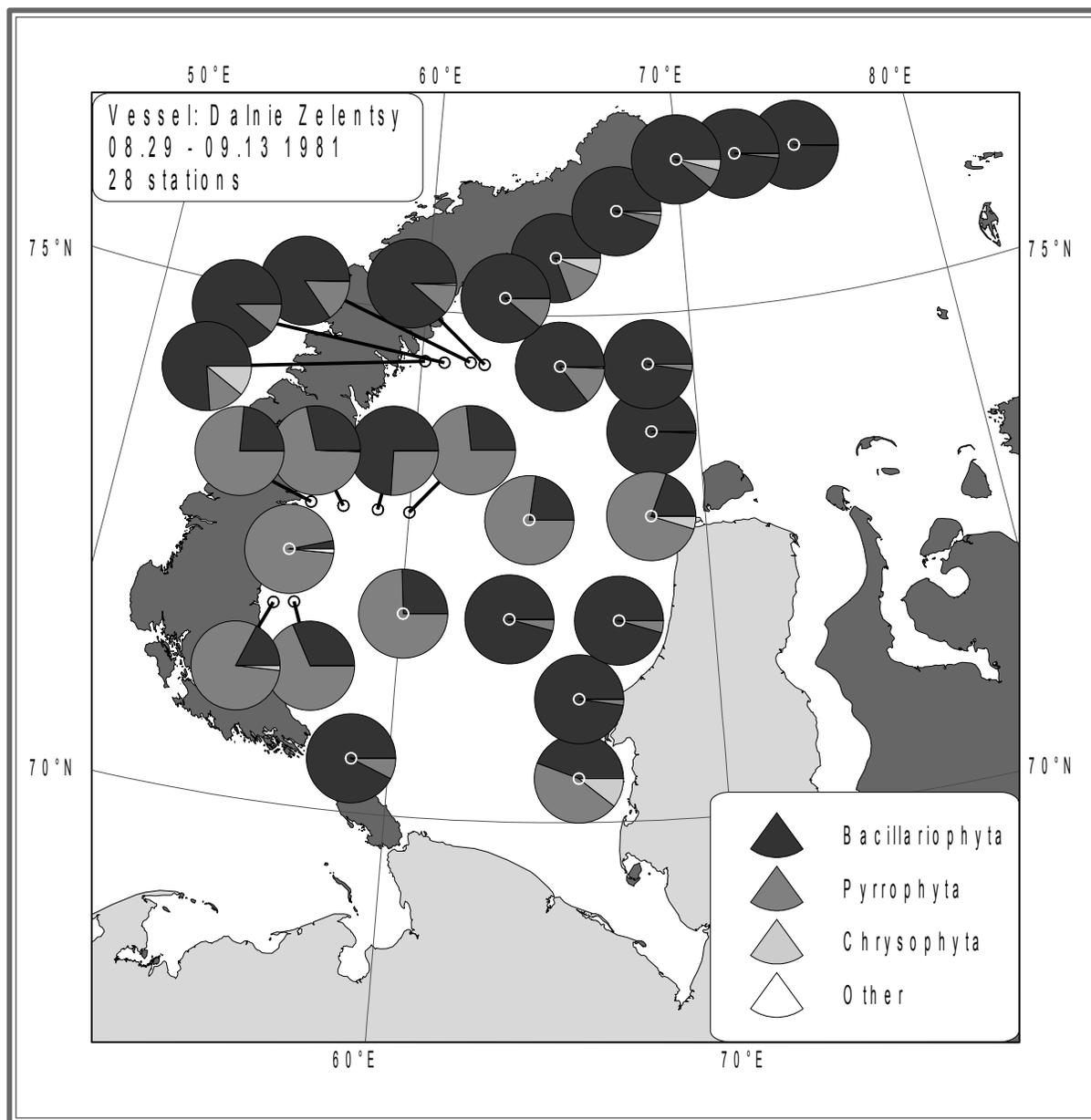


Fig. E3.7. Phytoplankton. Surface-bottom. Taxonomic composition. August-September, 1981

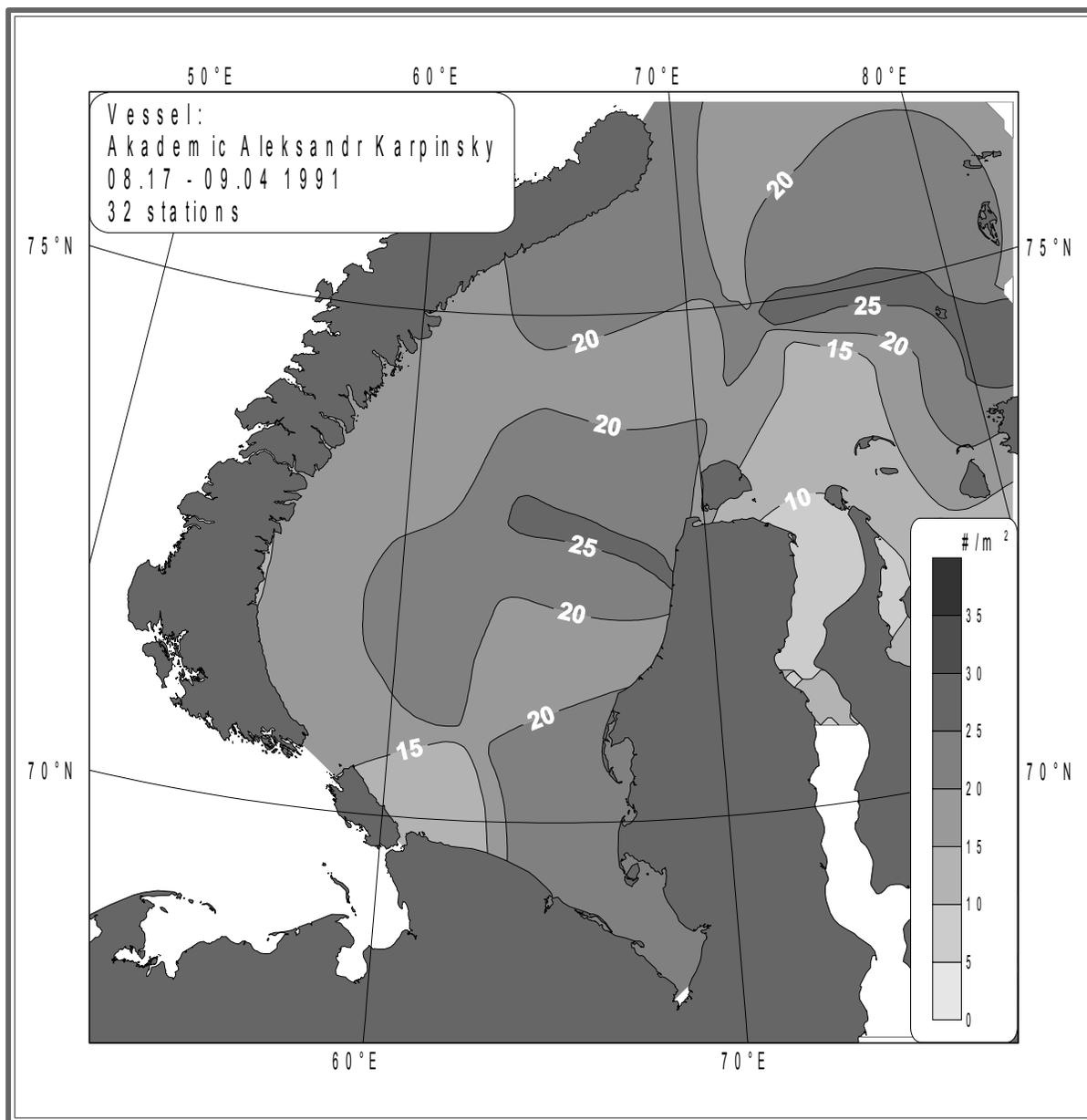


Fig. E3.8. Phytoplankton. Surface-bottom. Number of species. August-September, 1991

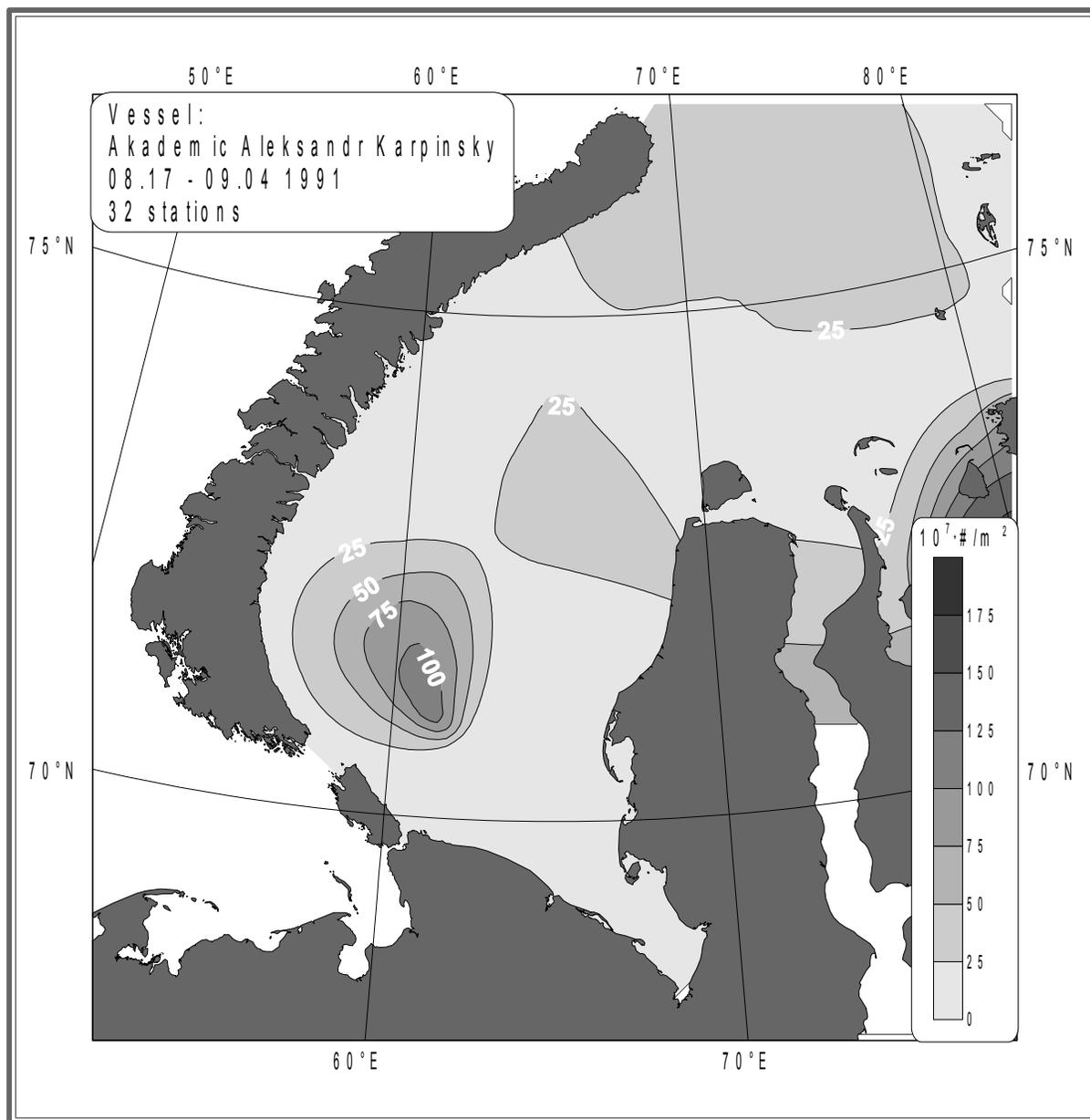


Fig. E3.9. Phytoplankton. Surface-bottom. Number of cells. August-September, 1991

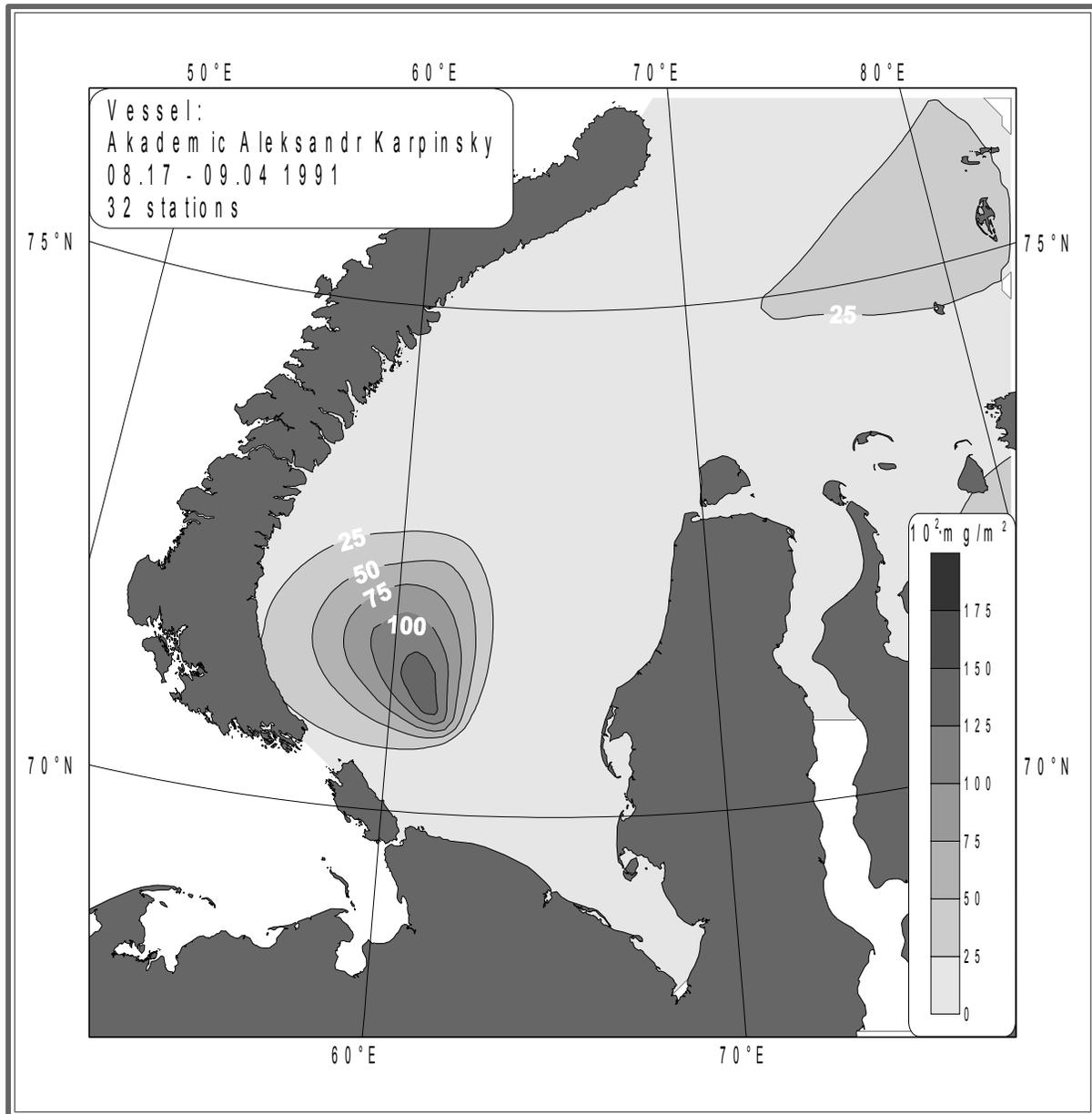


Fig. E3.10. Phytoplankton. Surface-bottom. Biomass. August-September, 1991

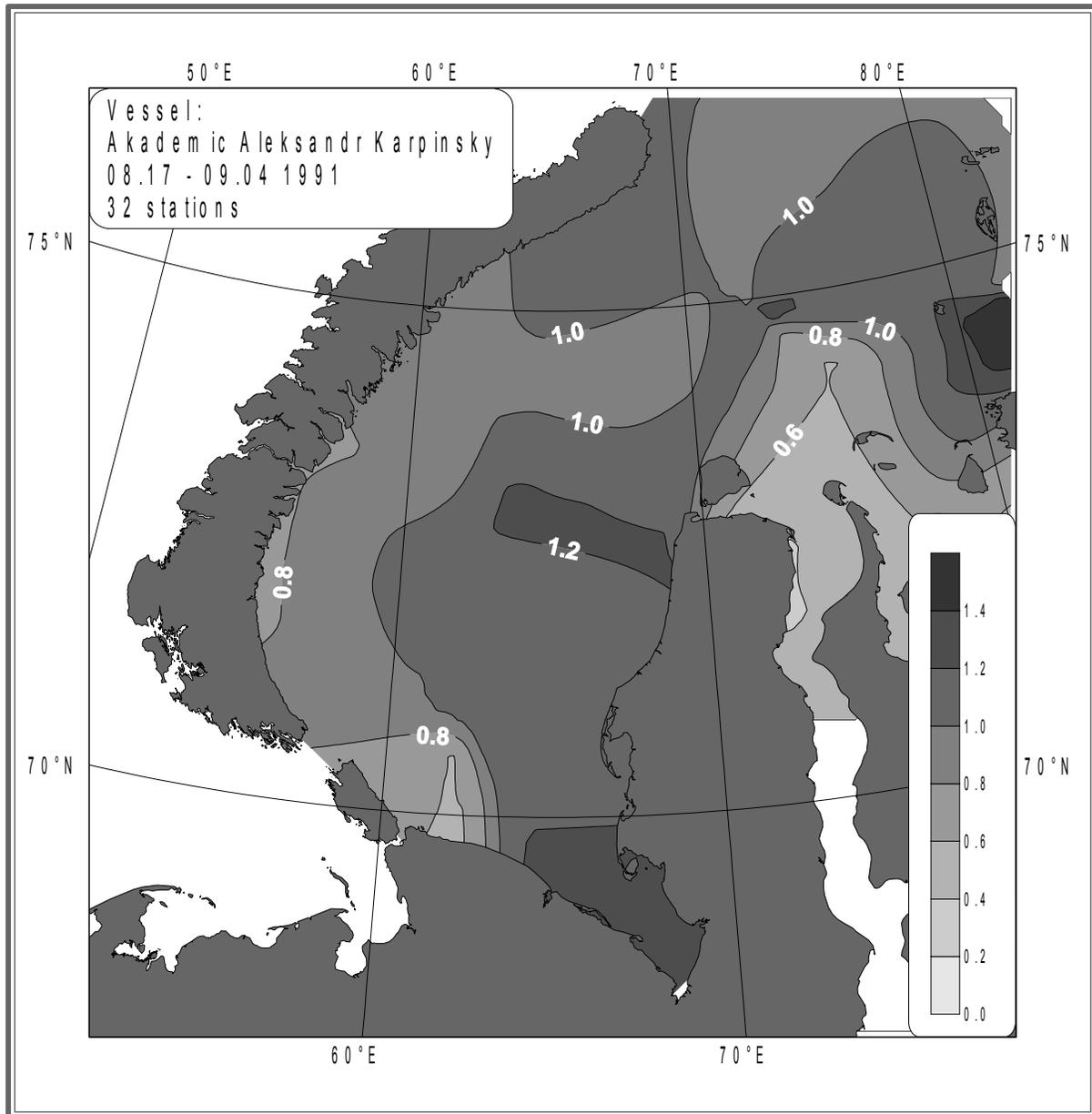


Fig. E3.11. Phytoplankton. Surface-bottom. Biodiversity. August-September, 1991

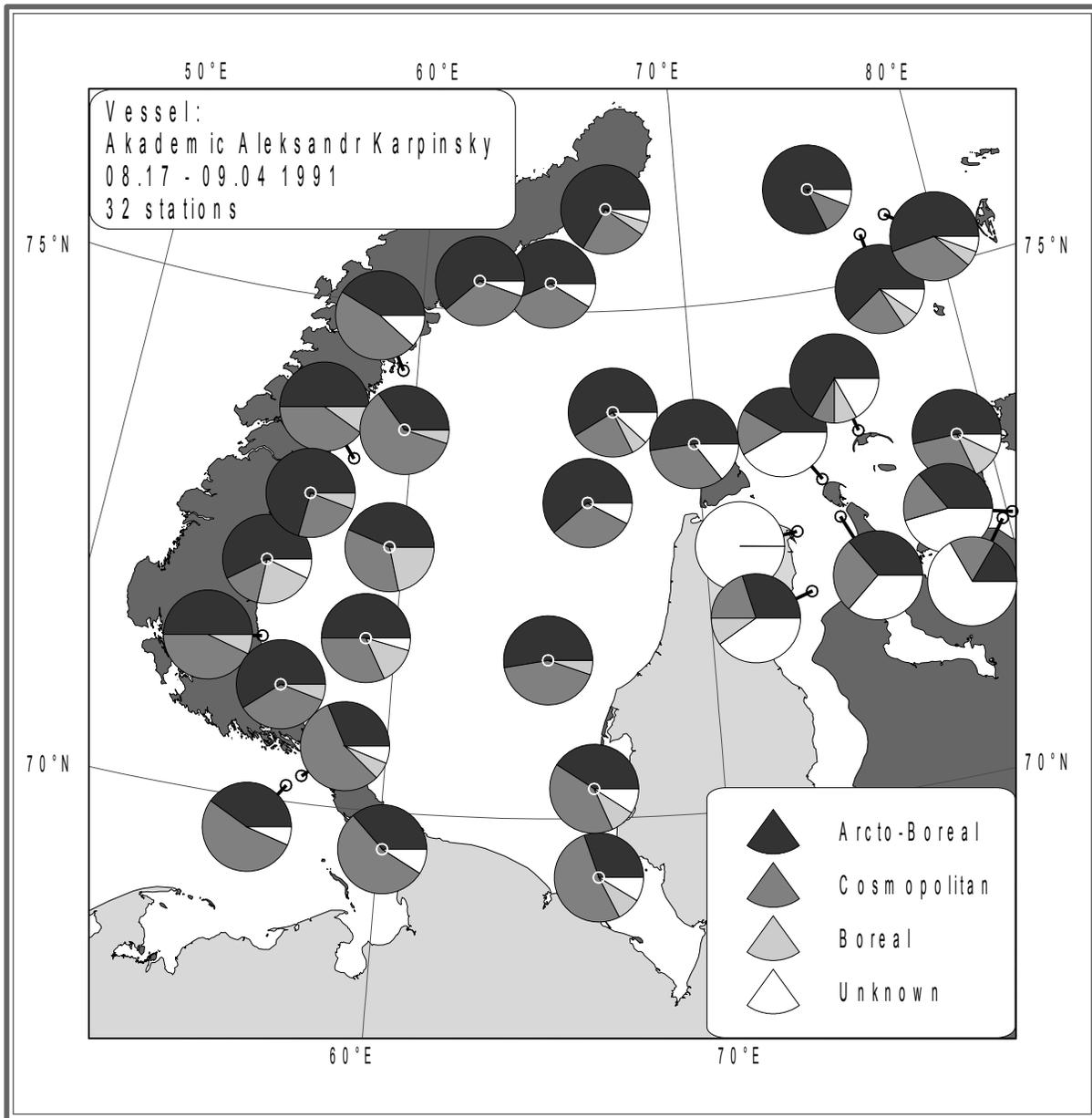


Fig. E3.12. Phytoplankton. Surface-bottom. Geographical characteristics. August-September, 1991

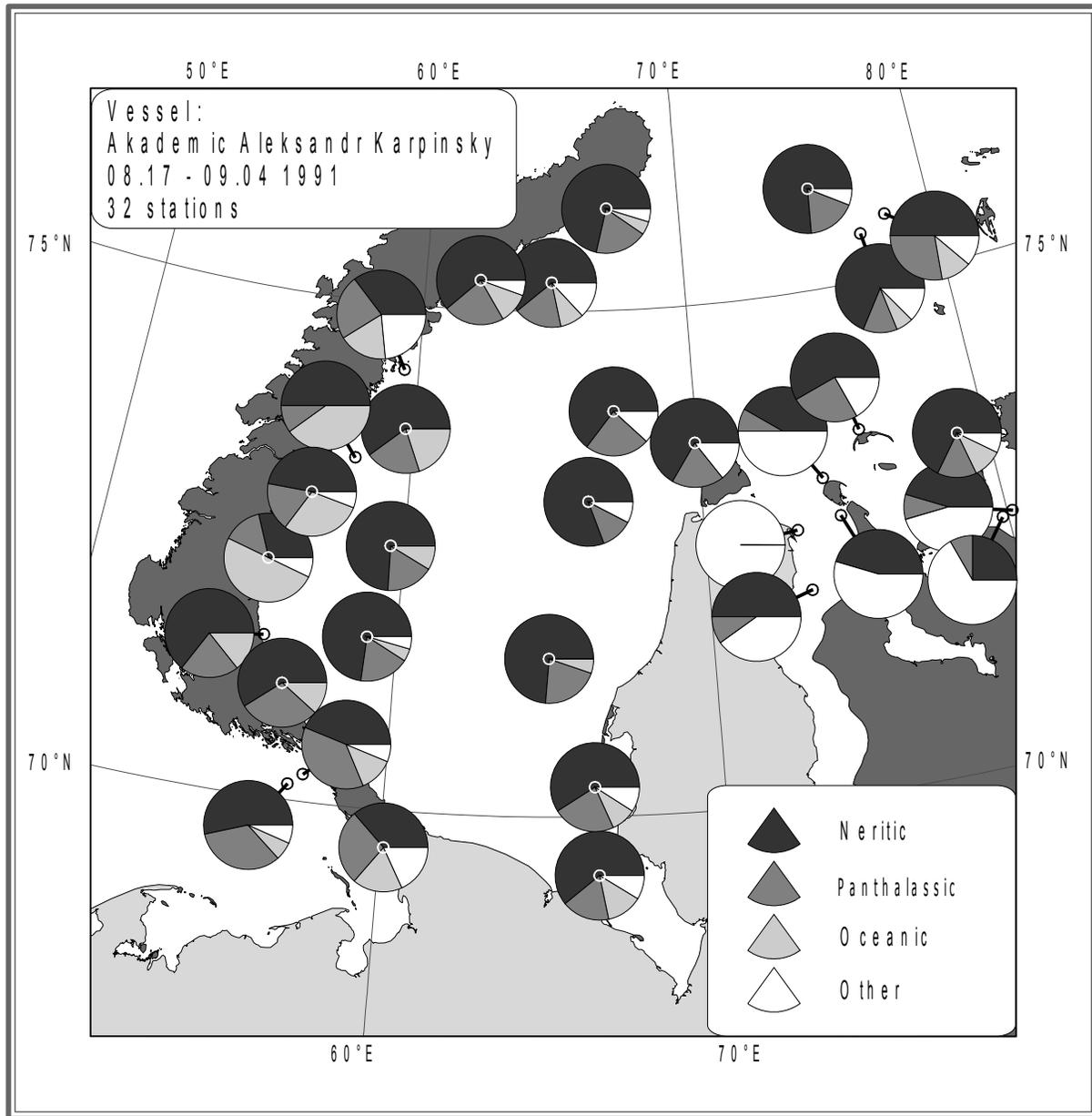


Fig. E3.13. Phytoplankton. Surface-bottom. Ecological characteristics. August-September, 1991

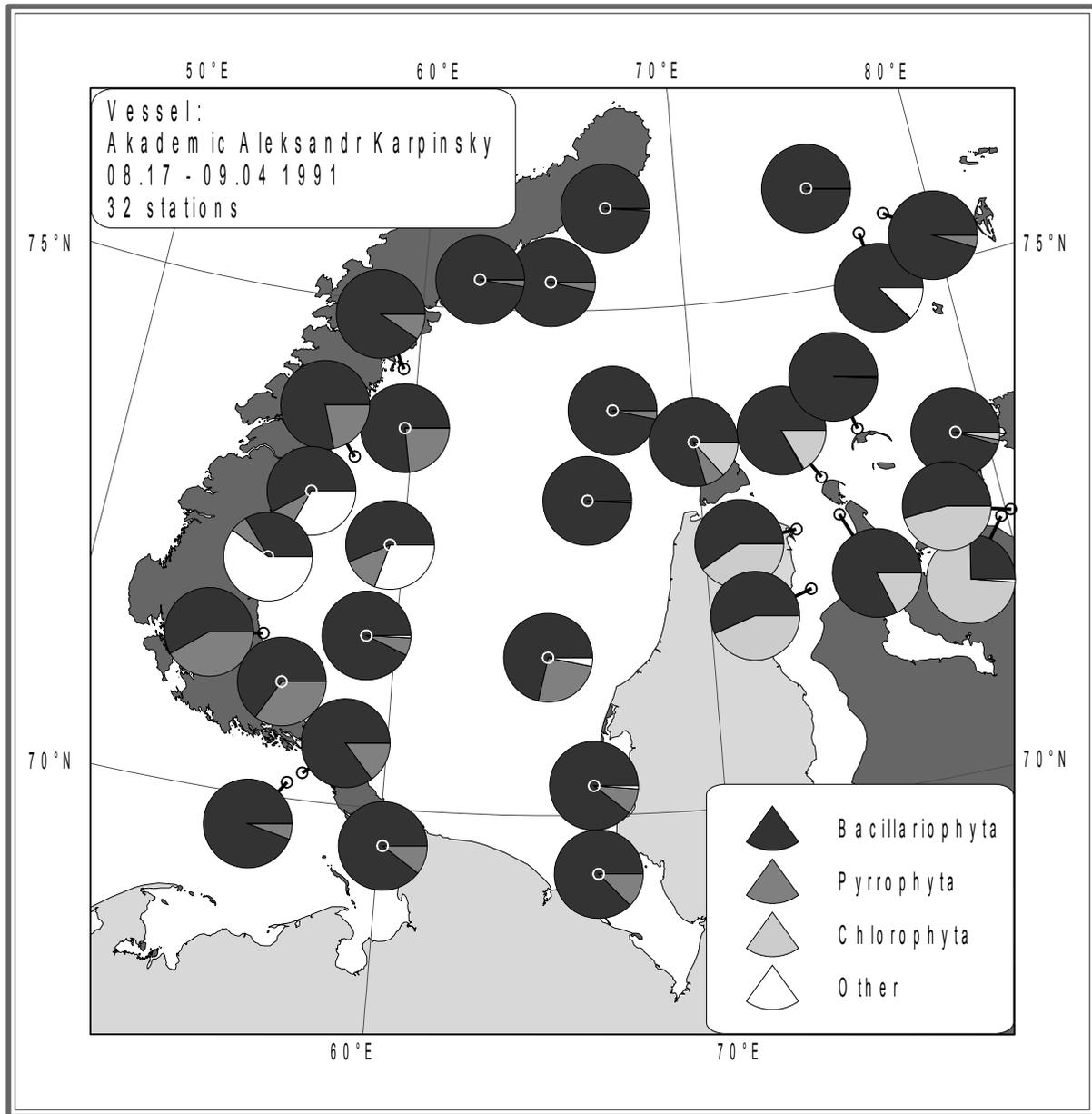


Fig. E3.14. Phytoplankton. Surface-bottom. Taxonomic composition. August-September, 1991

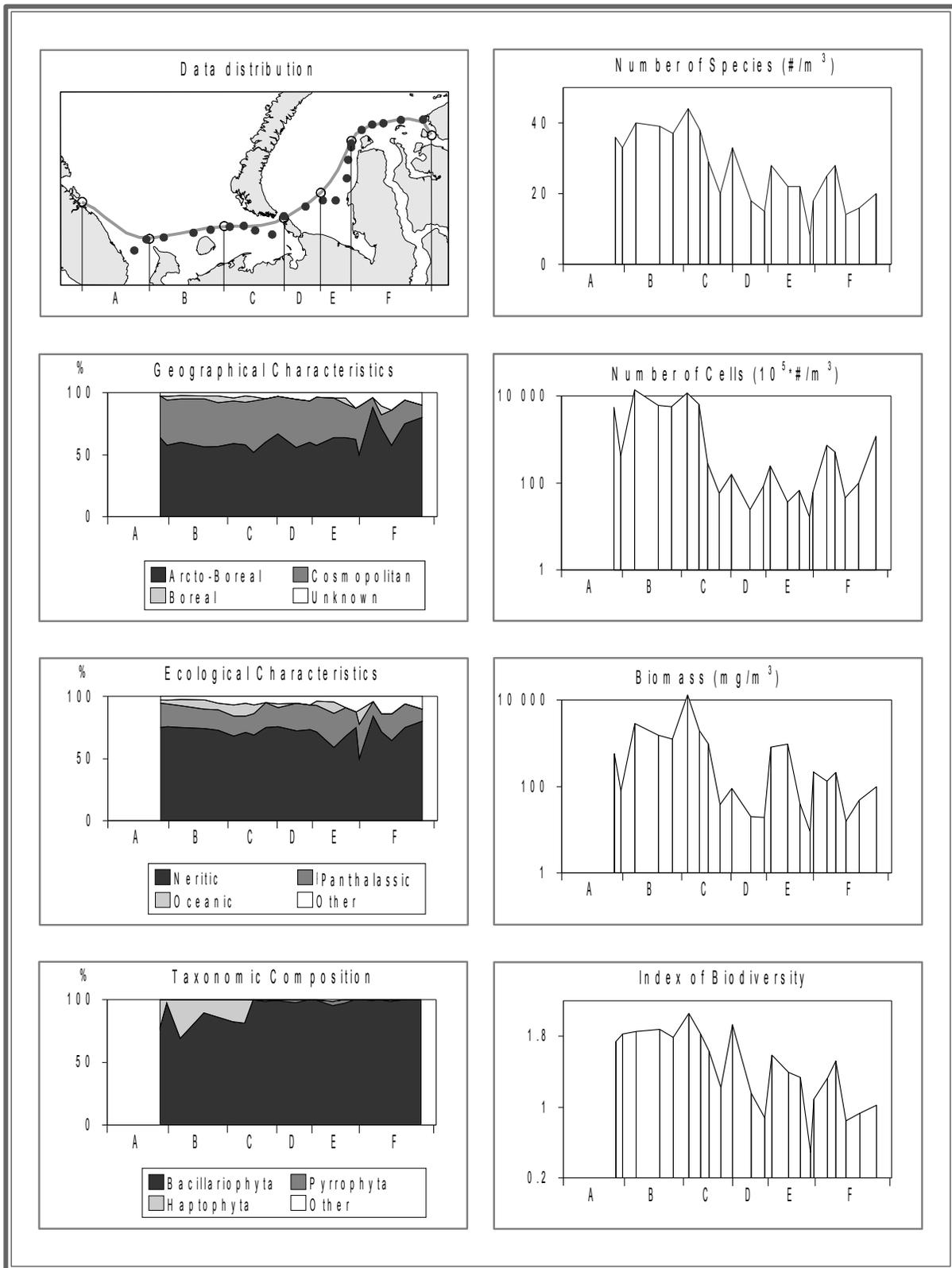


Fig. E4.1. Phytoplankton. Surface. Icebreaker *Arktika*. April-May, 1996

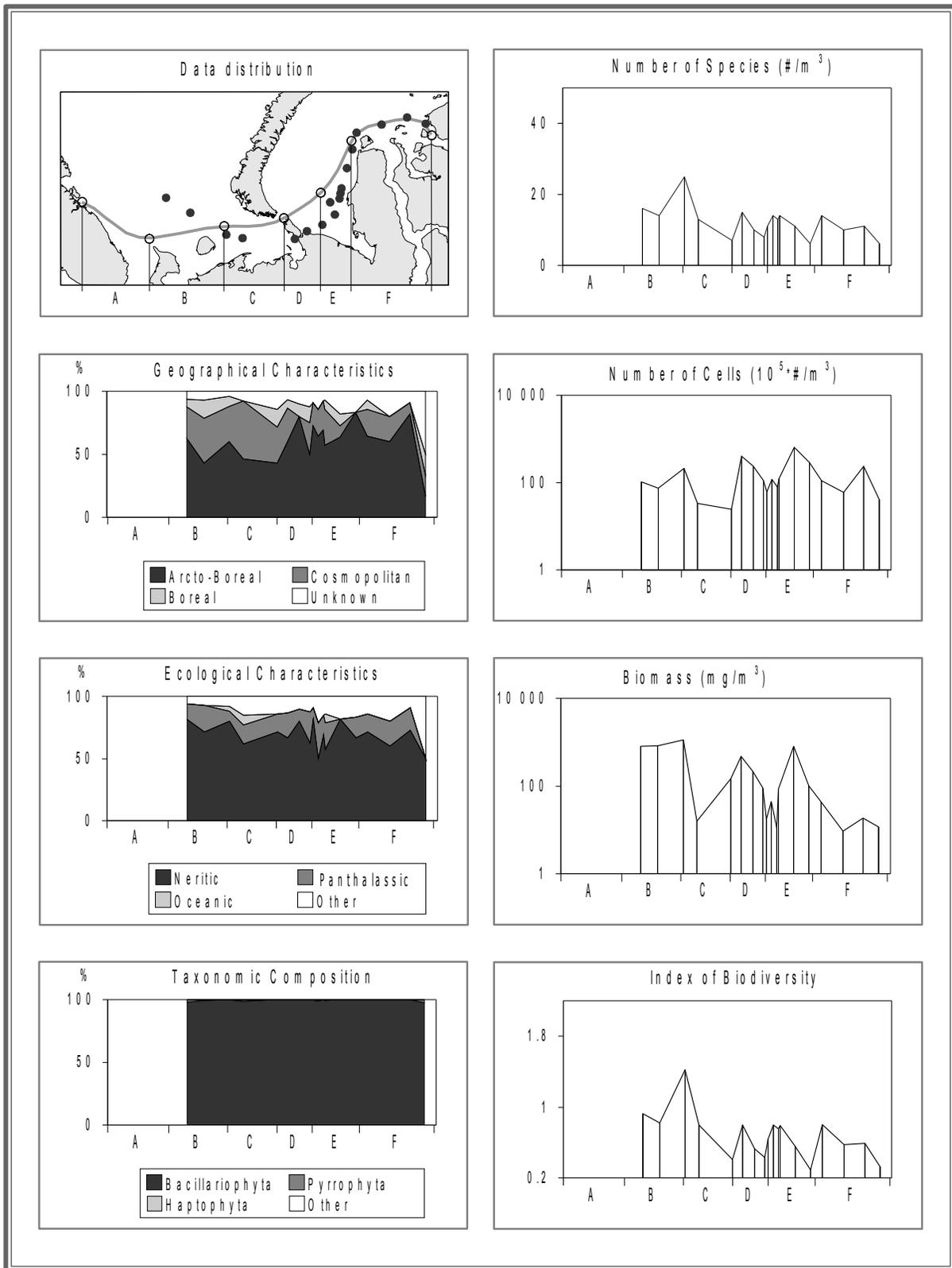


Fig. E4.2. Phytoplankton. Surface. Icebreaker *Sovetskiy Soyuz*. April 1-9, 1997

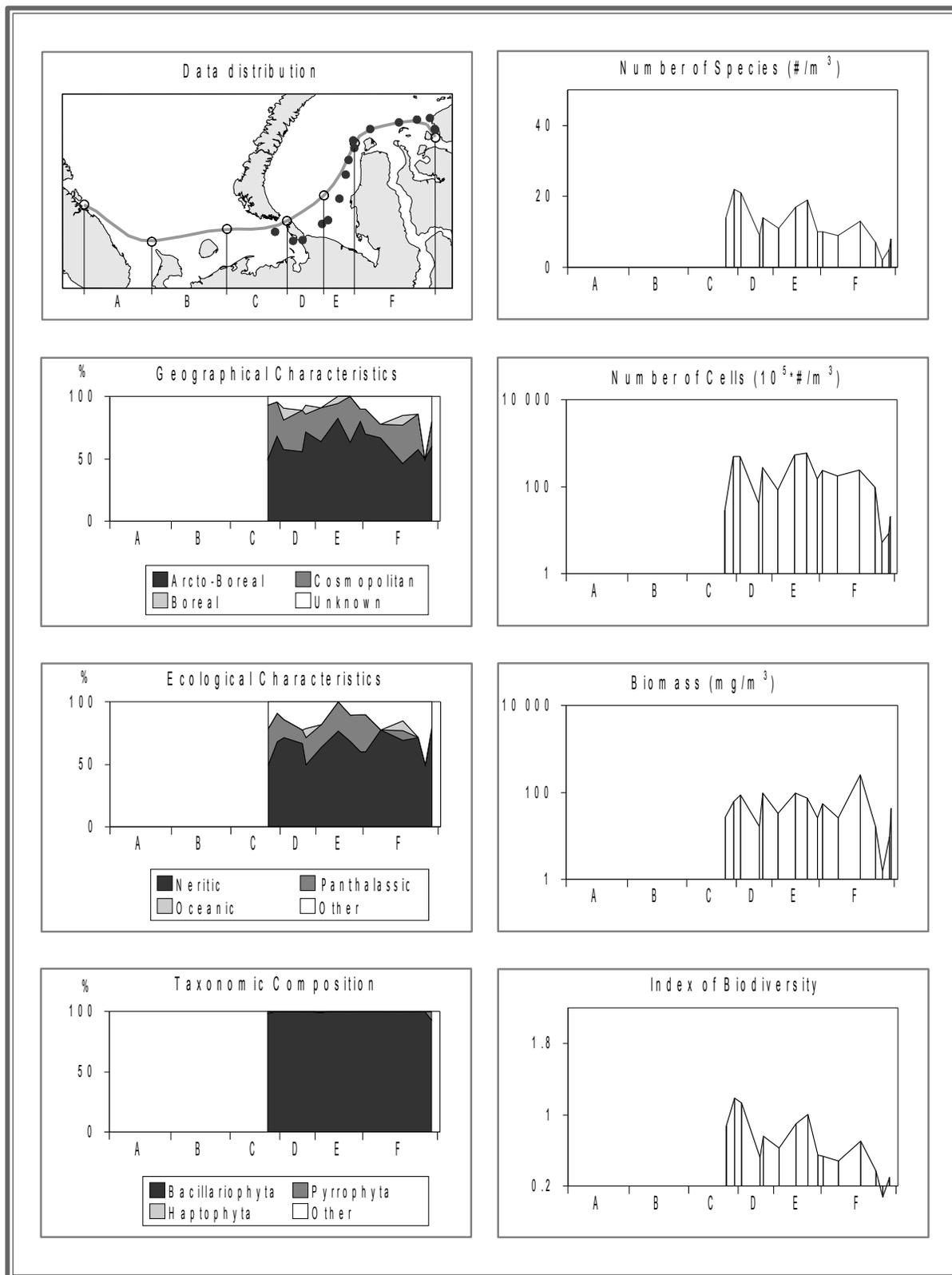


Fig. E4.3. Phytoplankton. Surface. Icebreaker *Sovetskiy Soyuz*. April 17–22, 1997

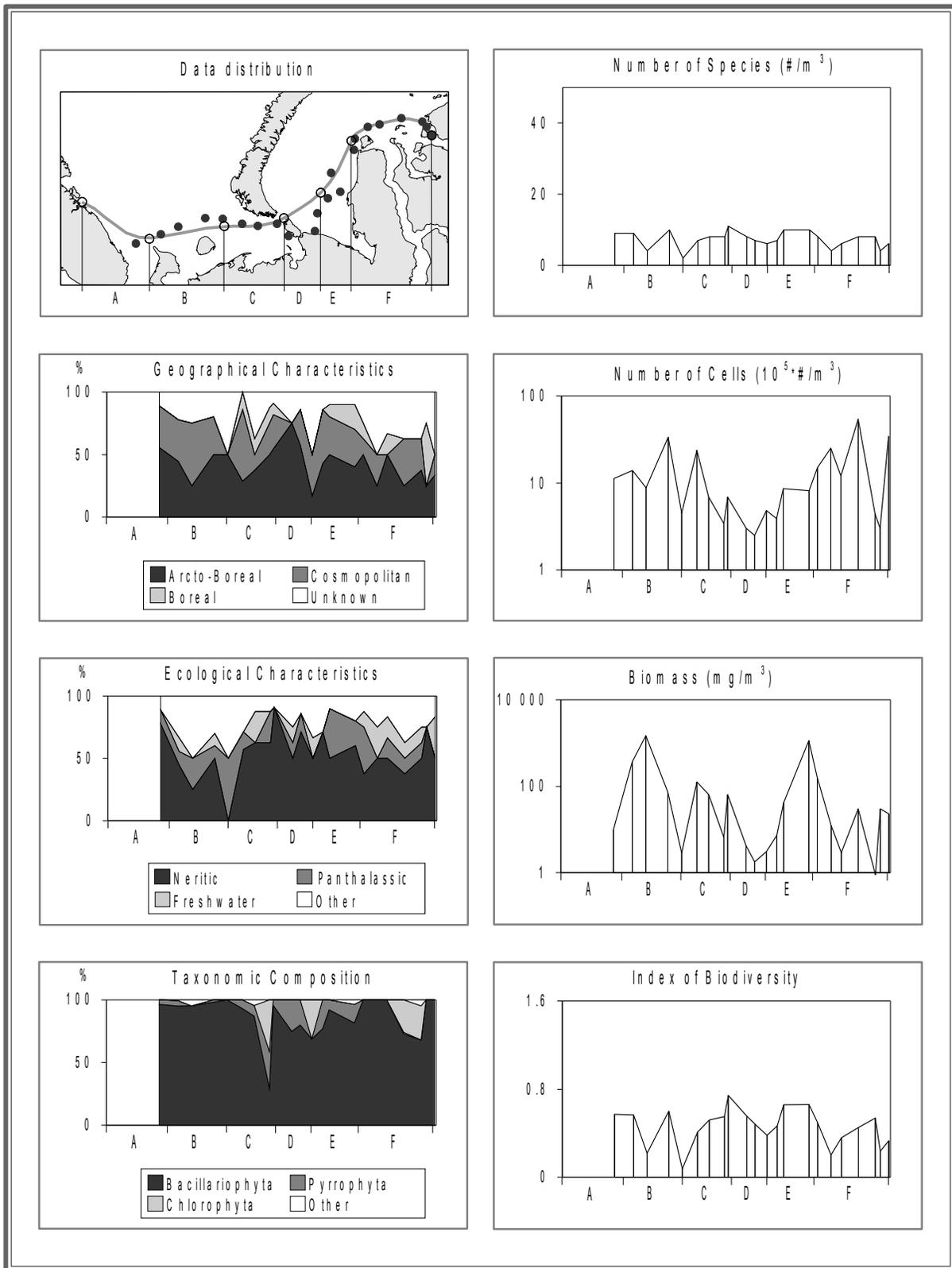


Fig. E4.4. Phytoplankton. Surface. Icebreaker *Vaygach*. February, 1998

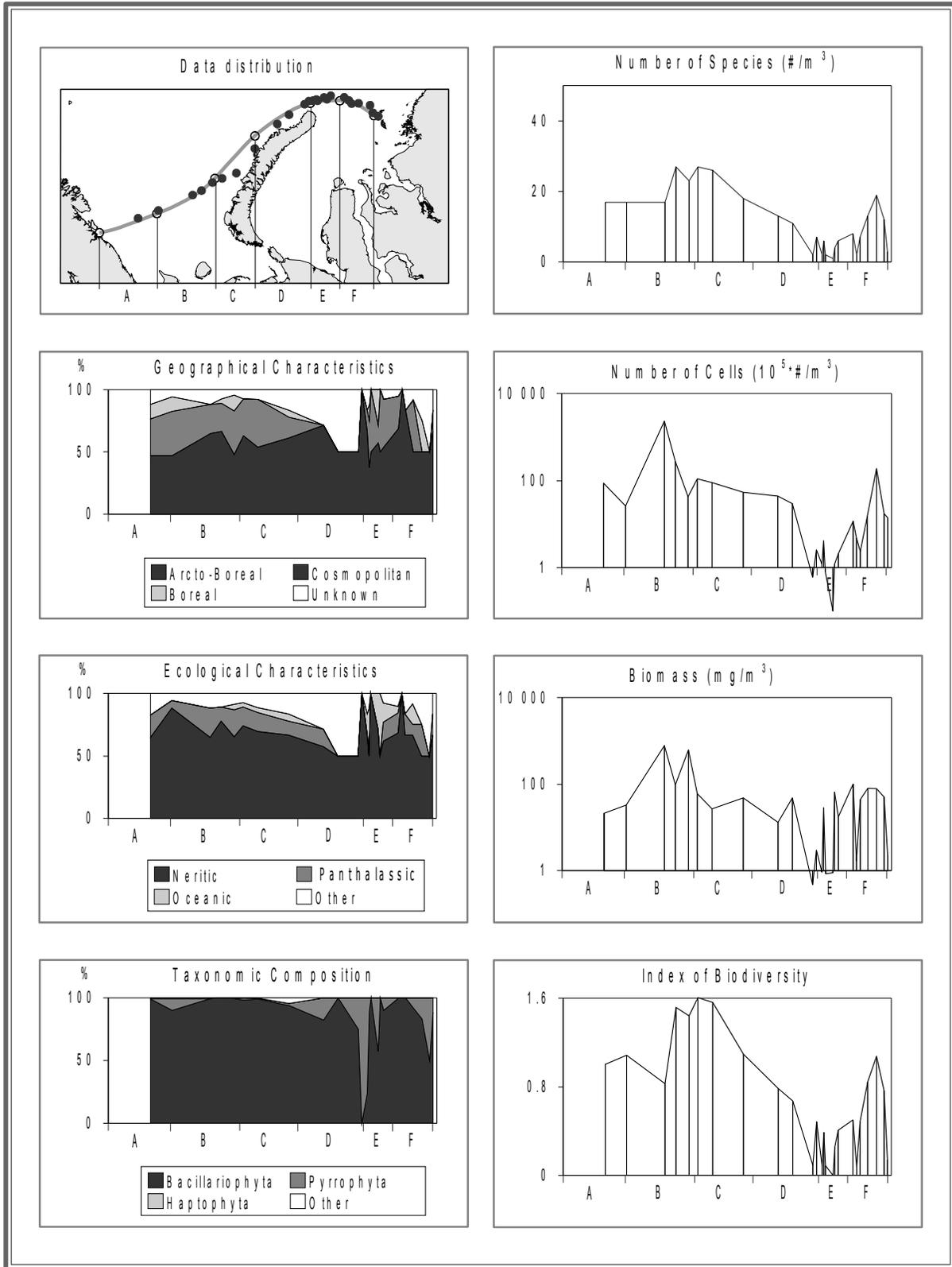


Fig. E4.5. Phytoplankton. Surface. Icebreaker *Russiya*. April, 1998

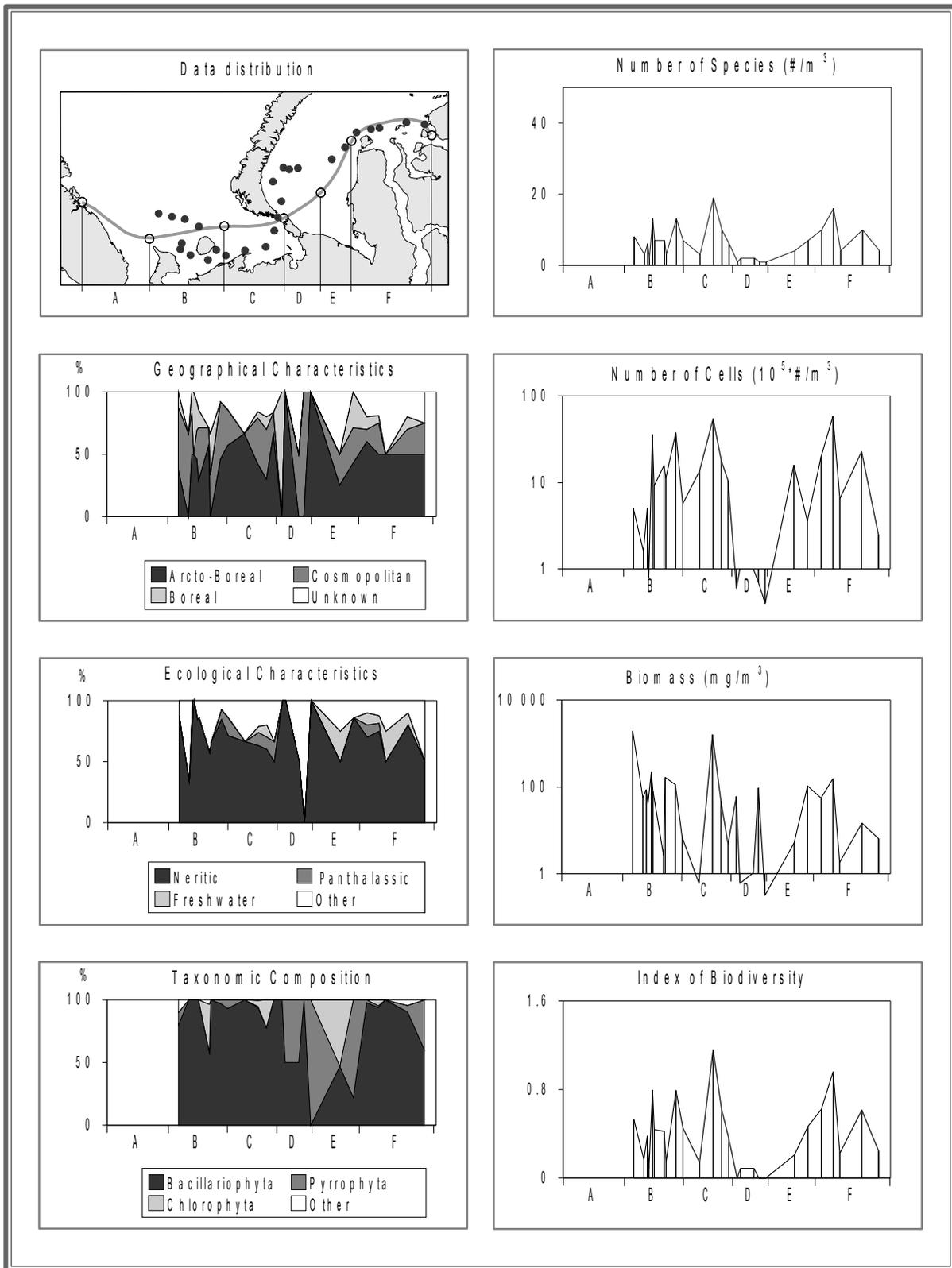


Fig. E4.6. Phytoplankton. Surface. Icebreaker *Sovetskiy Soyuz*. February-March, 1999

Fig. E4.6. Phytoplankton. Surface. Icebreaker *Sovetskiy Soyuz*. February-March, 1999

Appendix F. Zooplankton

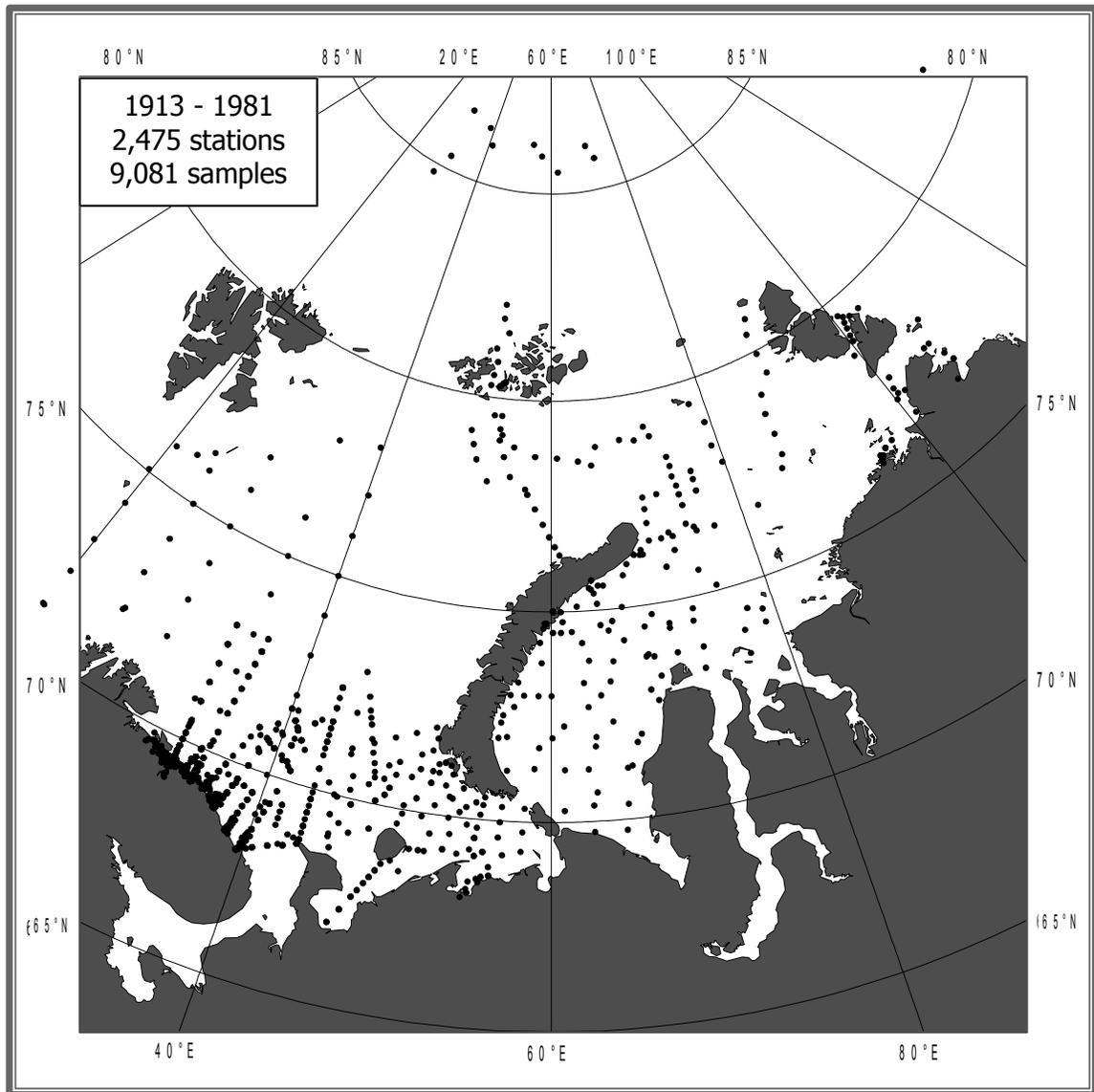


Fig. F1. Distribution of zooplankton data

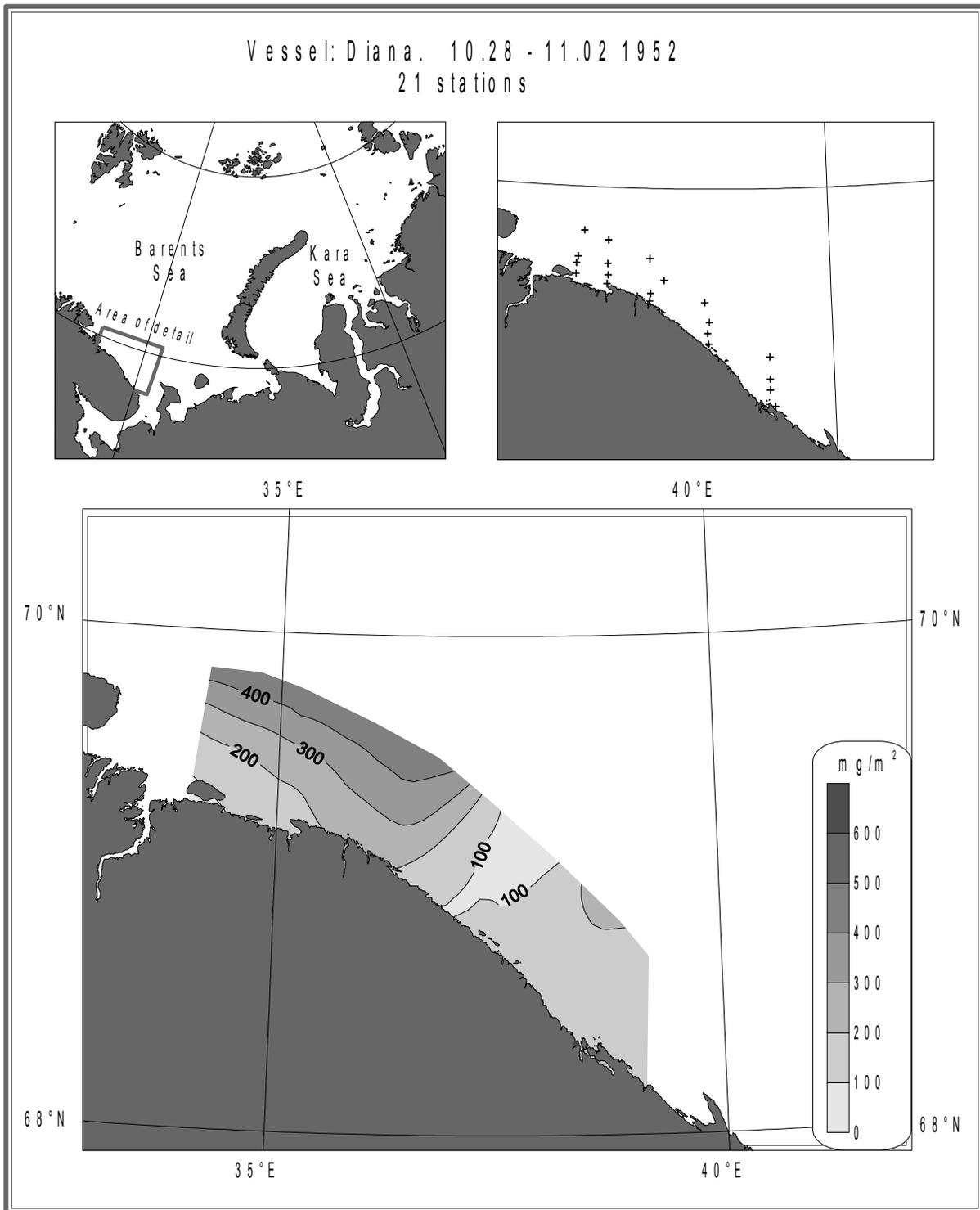


Fig. F2.1. Zooplankton. Surface-bottom. Biomass. October-November, 1952

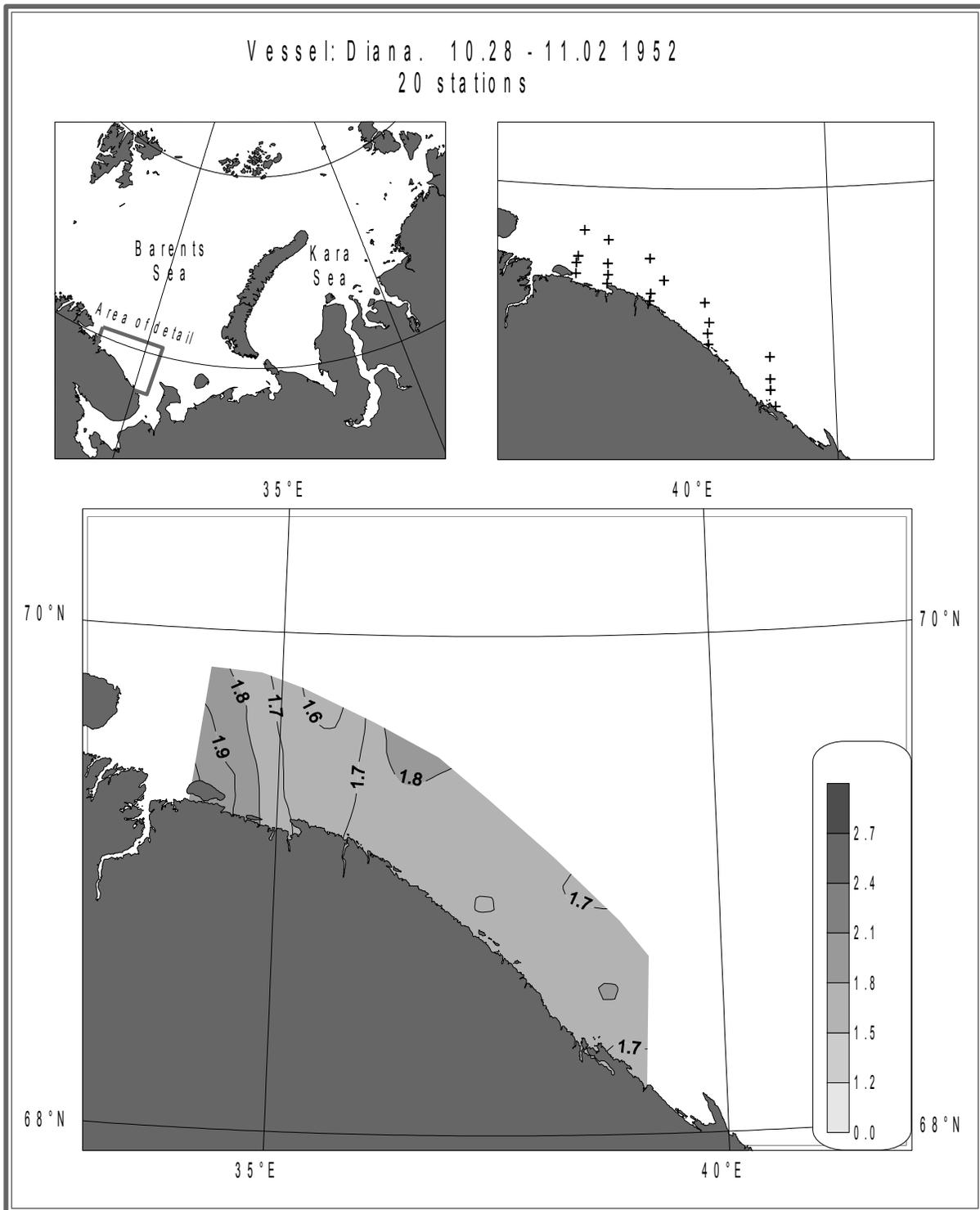


Fig. F2.2. Zooplankton. Surface-bottom. Biodiversity. October-November, 1952

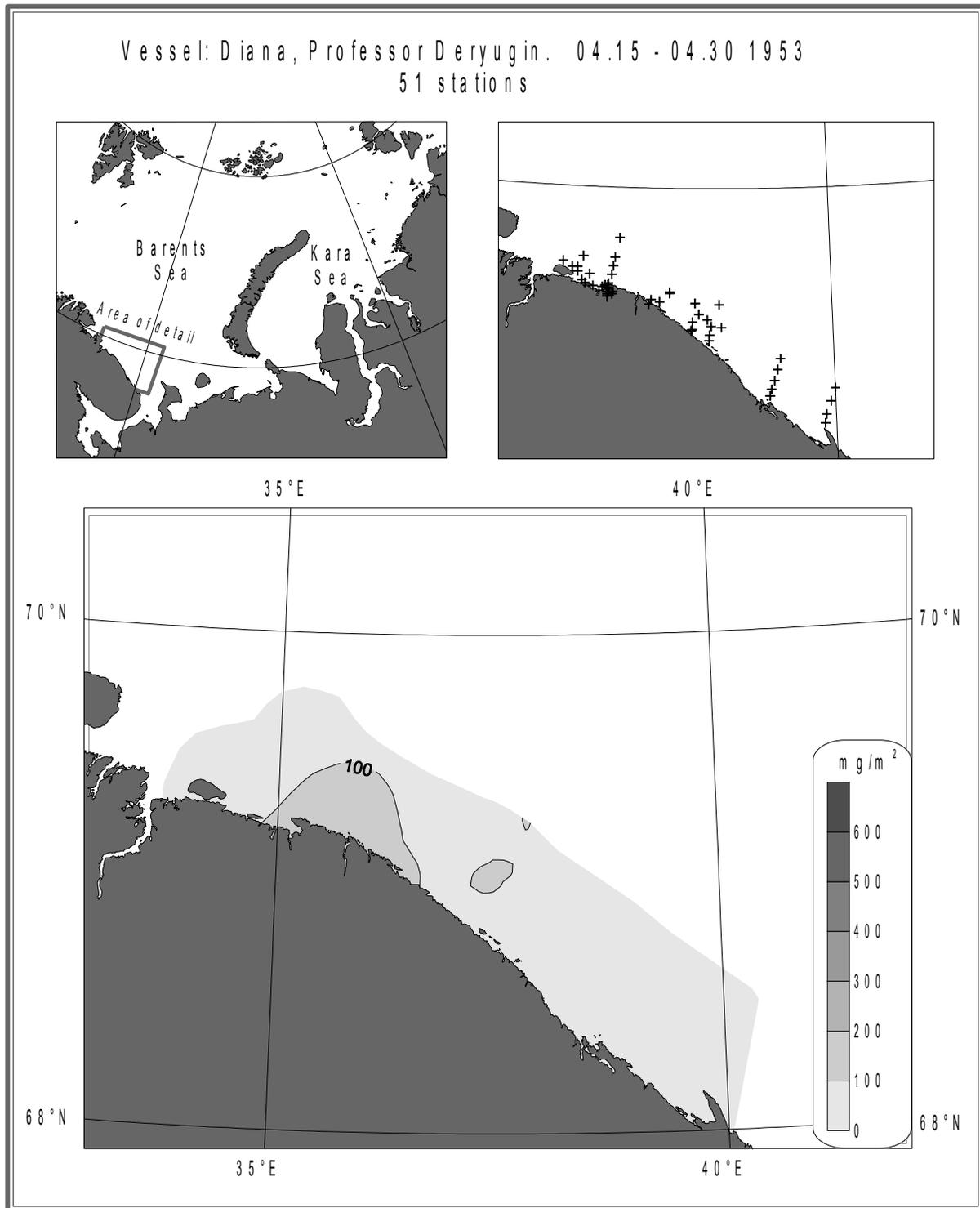


Fig. F2.3. Zooplankton. Surface-bottom. Biomass. April, 1953

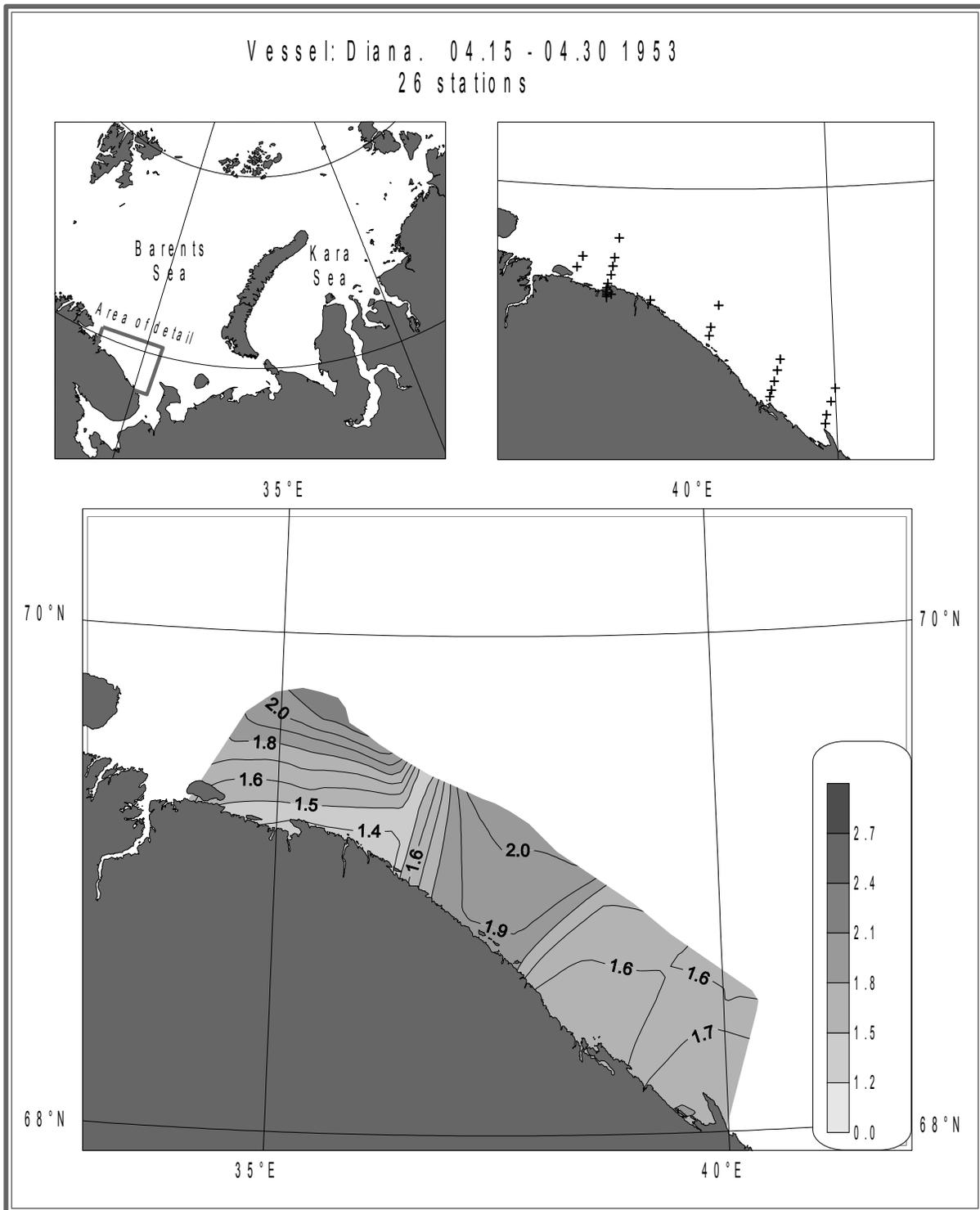


Fig. F2.4. Zooplankton. Surface-bottom. Biodiversity. April, 1953

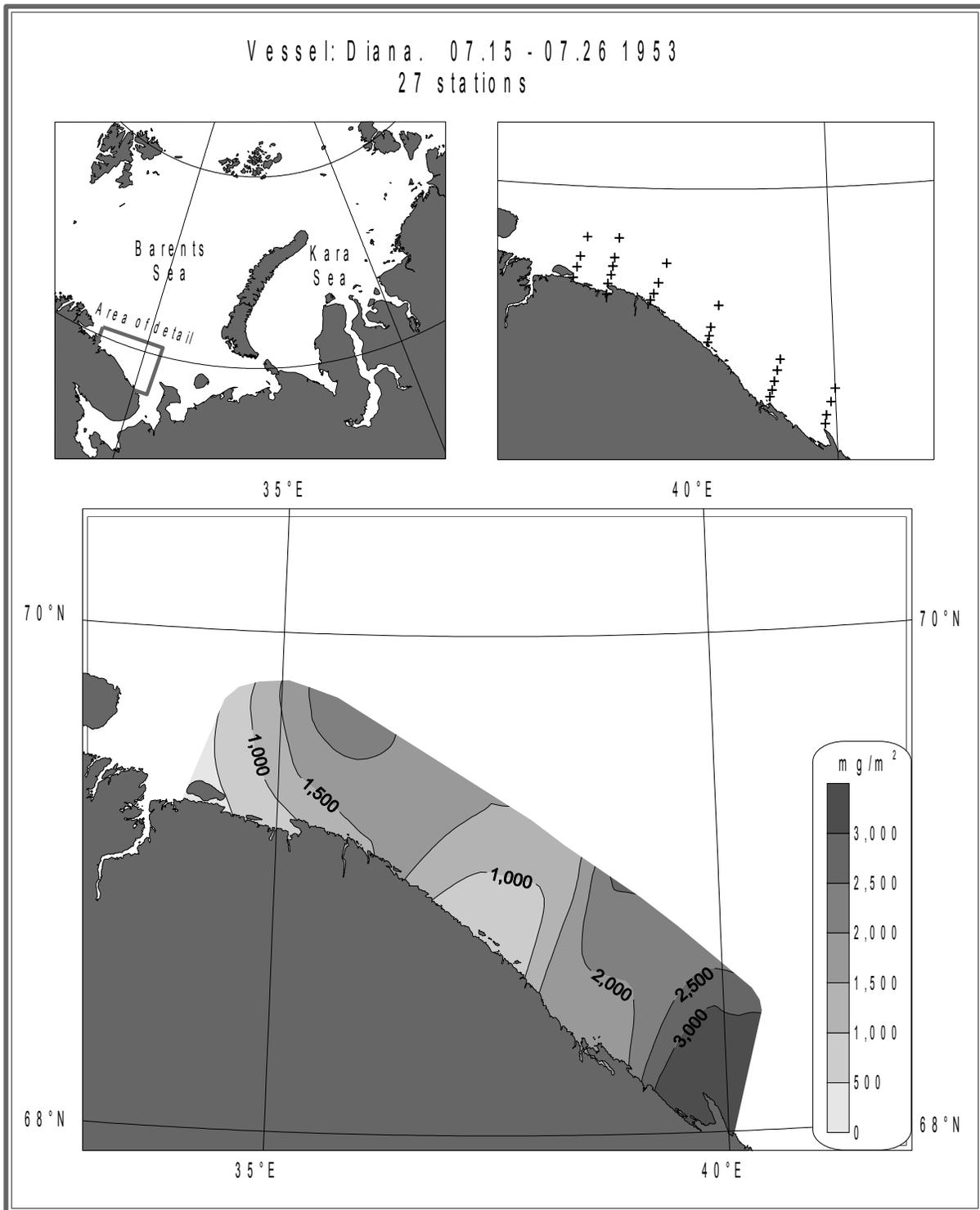


Fig. F2.5. Zooplankton. Surface-bottom. Biomass. July, 1953

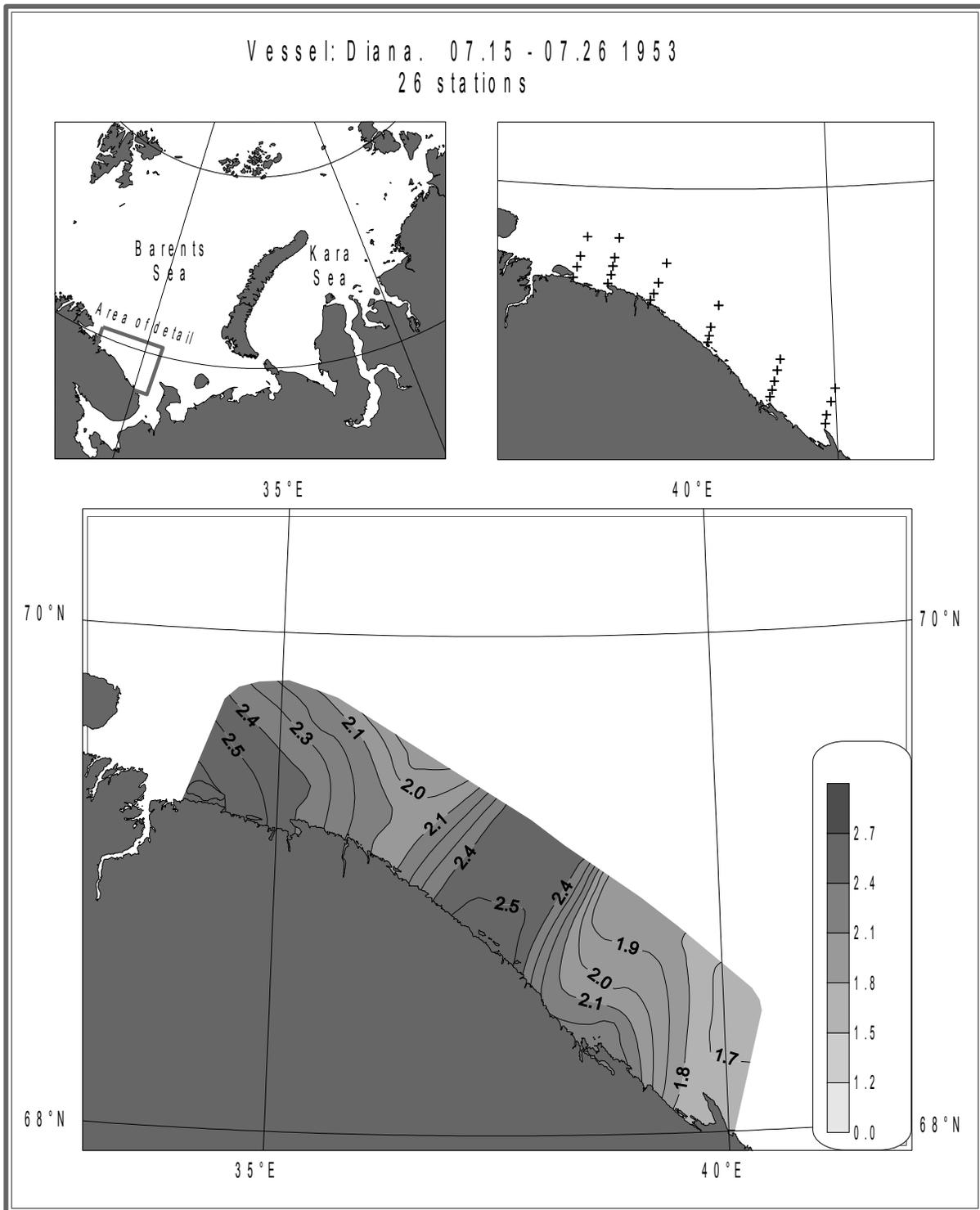


Fig. F2.6. Zooplankton. Surface-bottom. Biodiversity. July, 1953

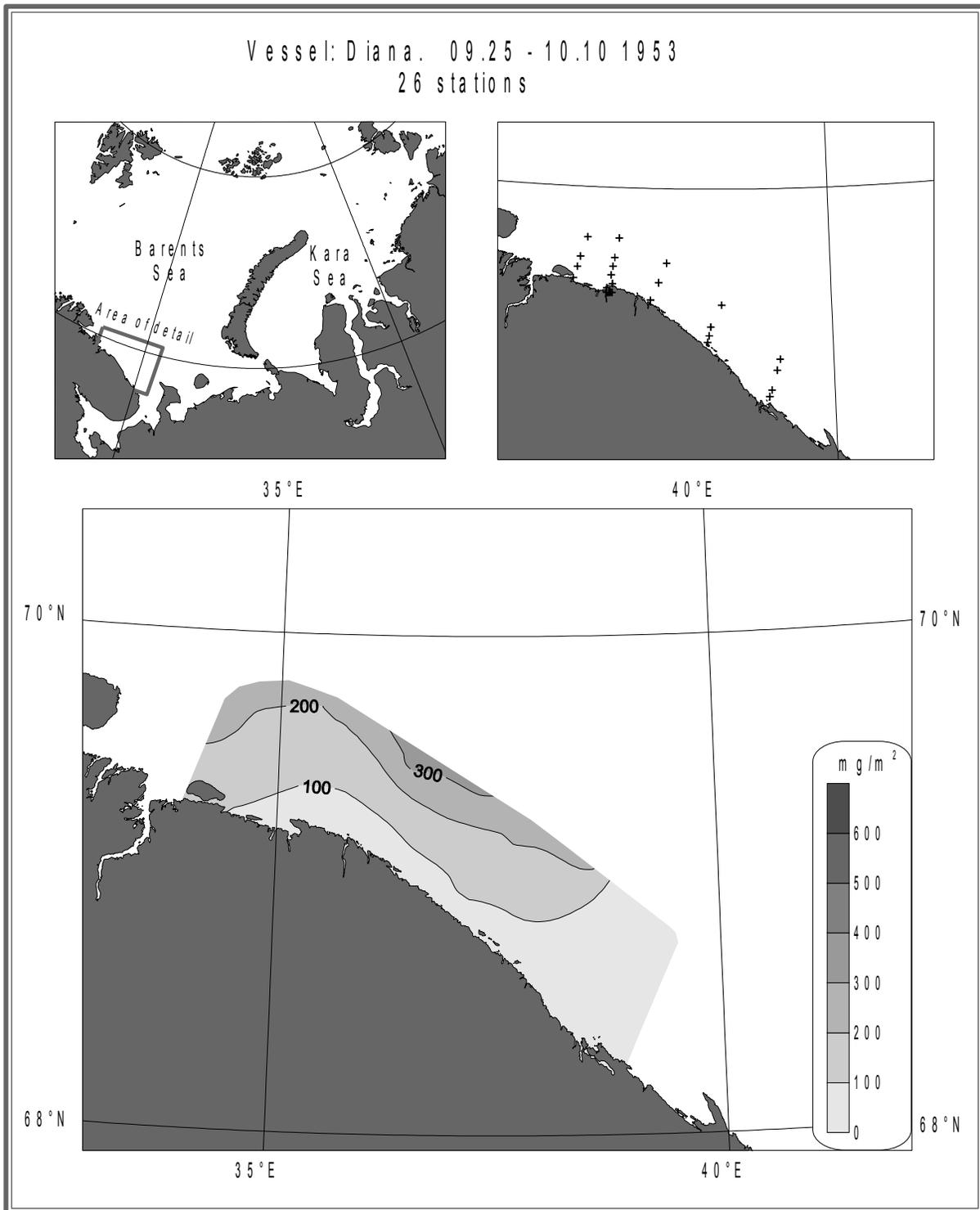


Fig. F2.7. Zooplankton. Surface-bottom. Biomass. September-October, 1953

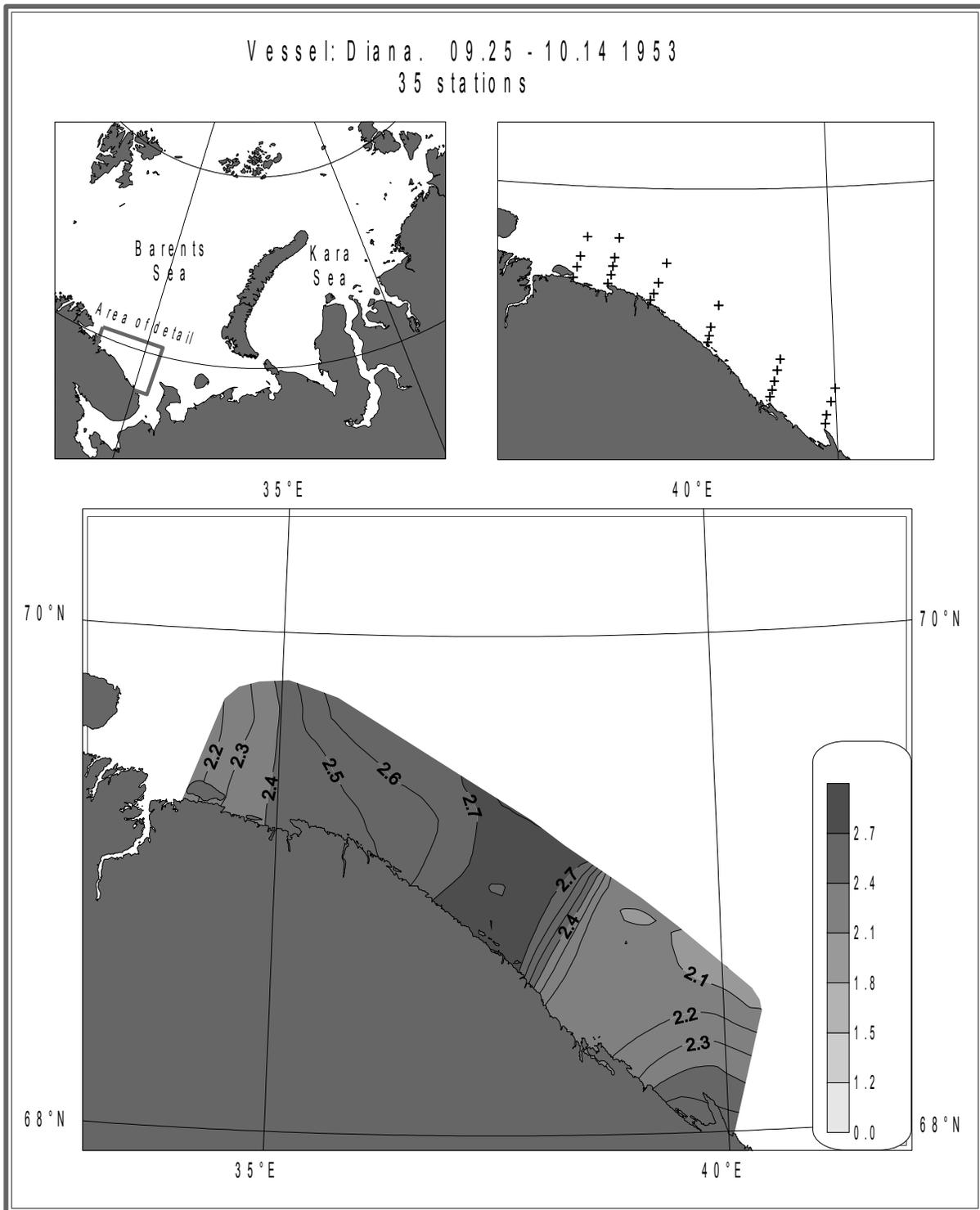


Fig. F2.8. Zooplankton. Surface-bottom. Biodiversity. September-October, 1953

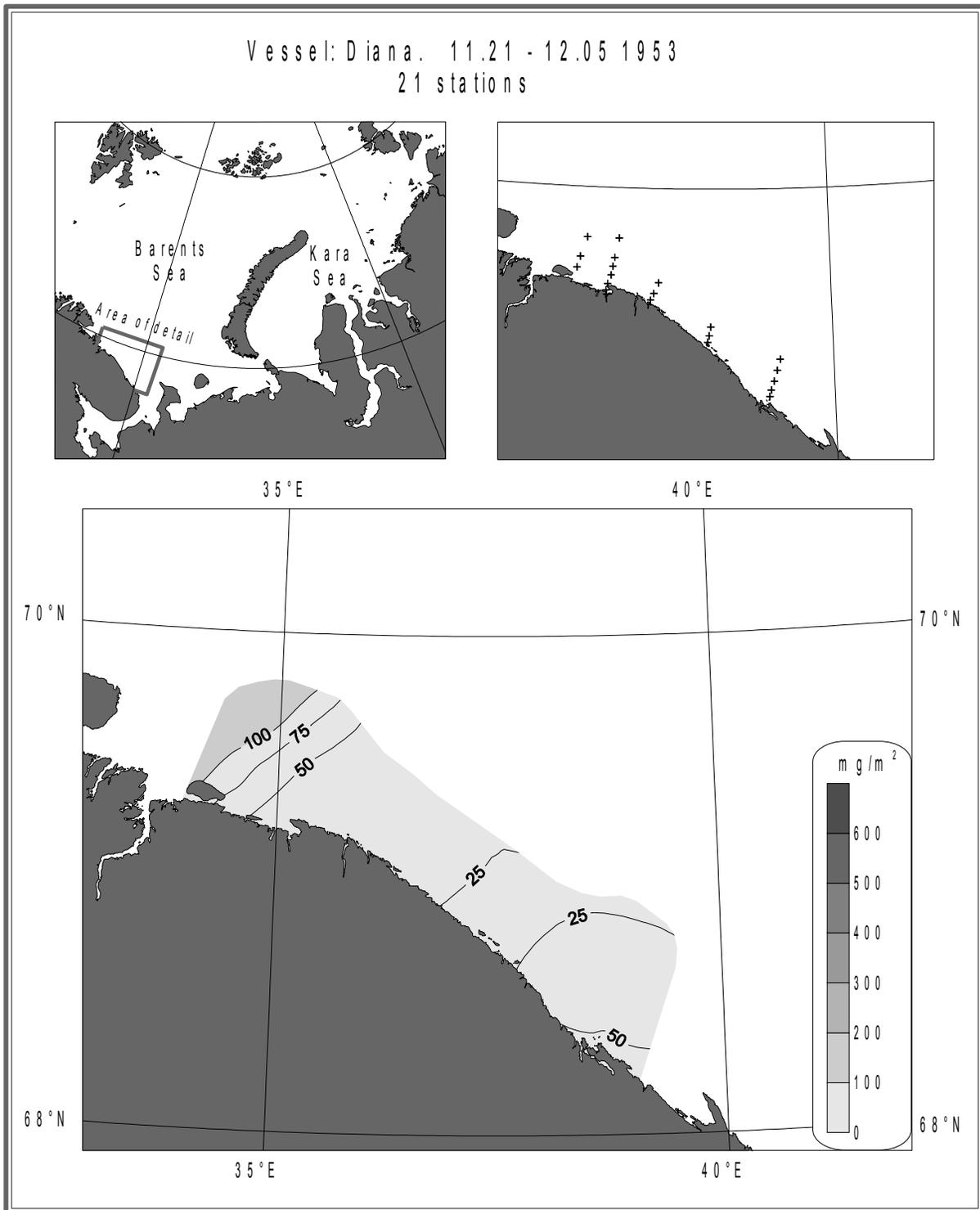


Fig. F2.9. Zooplankton. Surface-bottom. Biomass. November-December, 1953

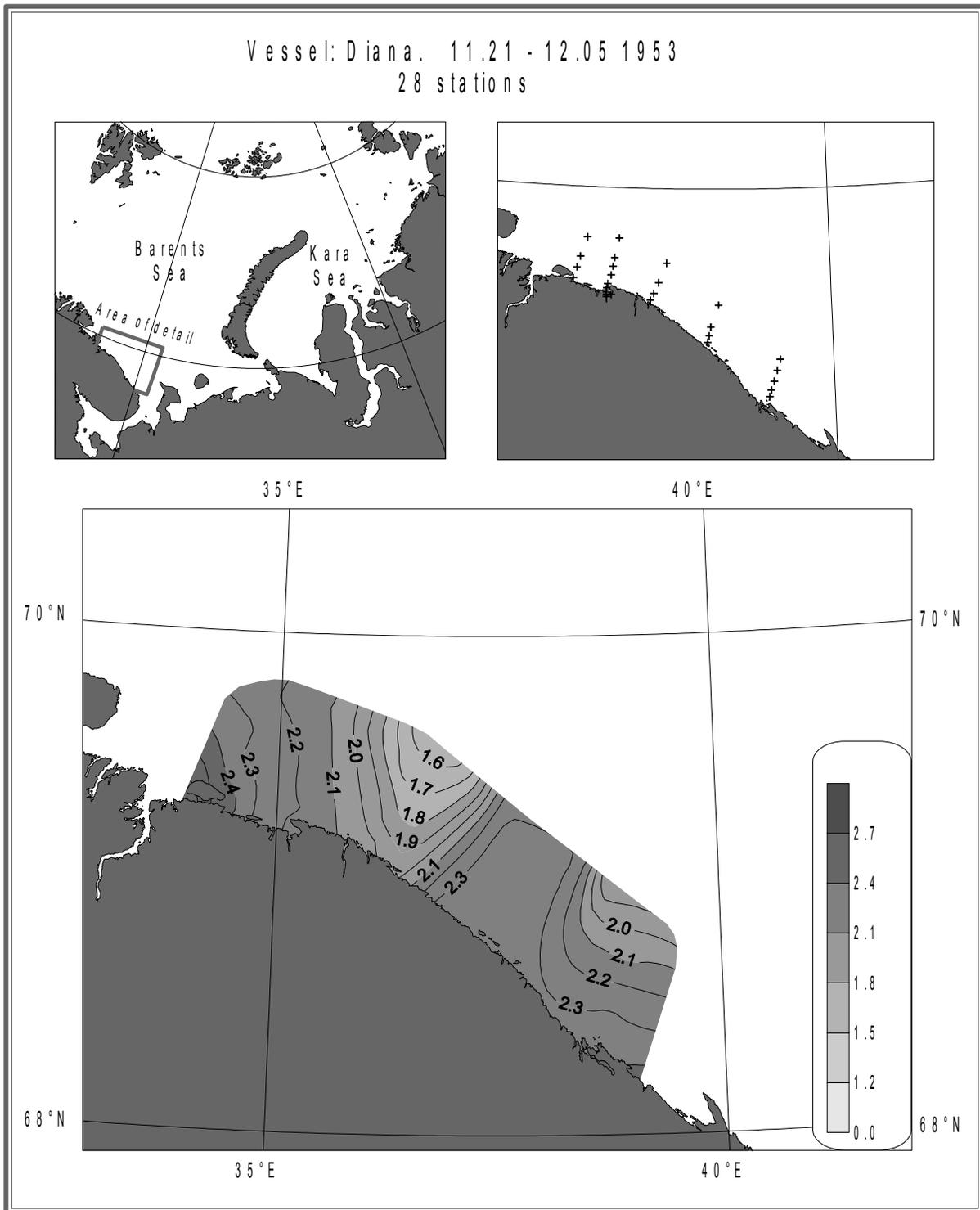


Fig. F2.10. Zooplankton. Surface-bottom. Biodiversity. November-December, 1953

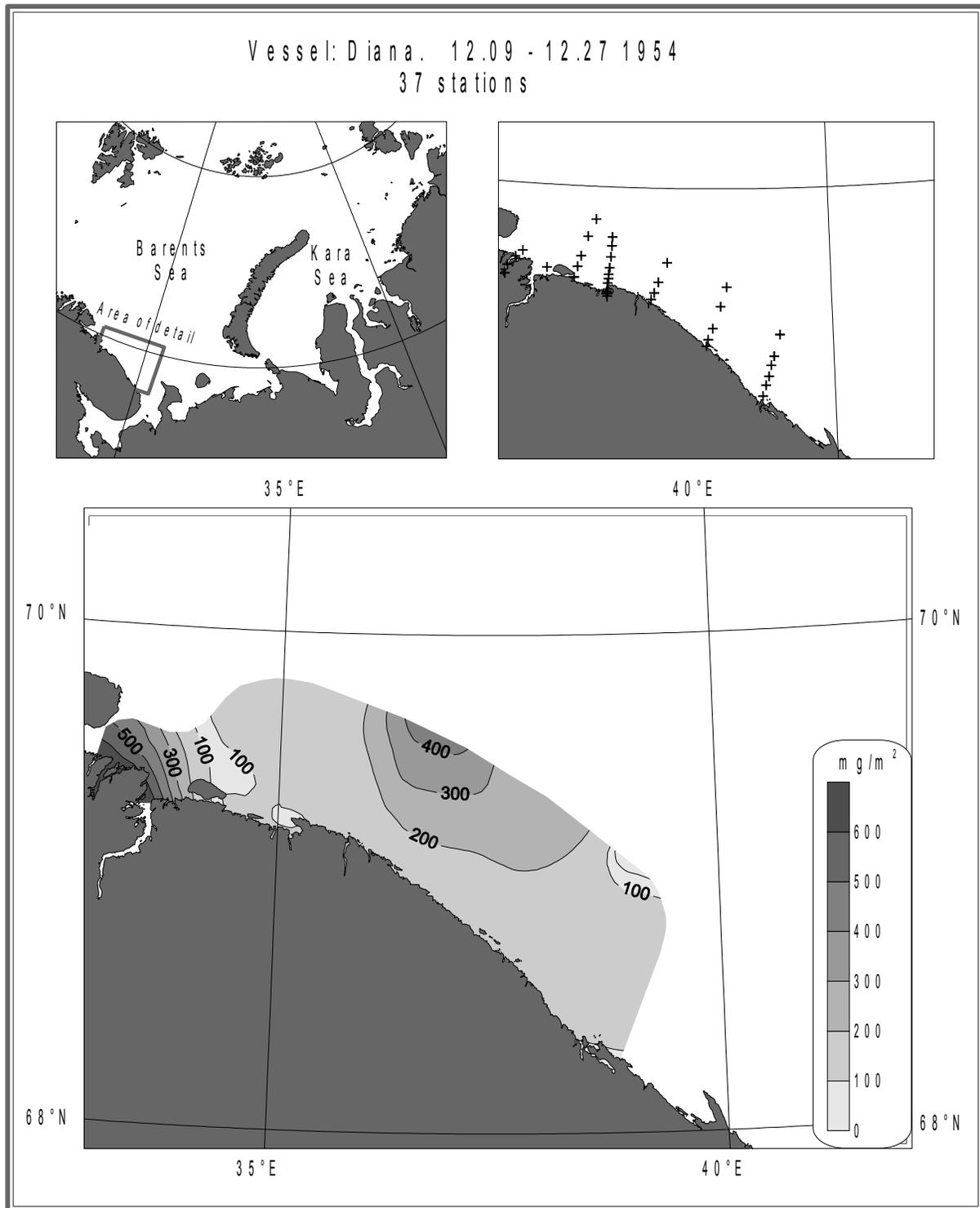


Fig. F2.11. Zooplankton. Surface-bottom. Biomass. December, 1954

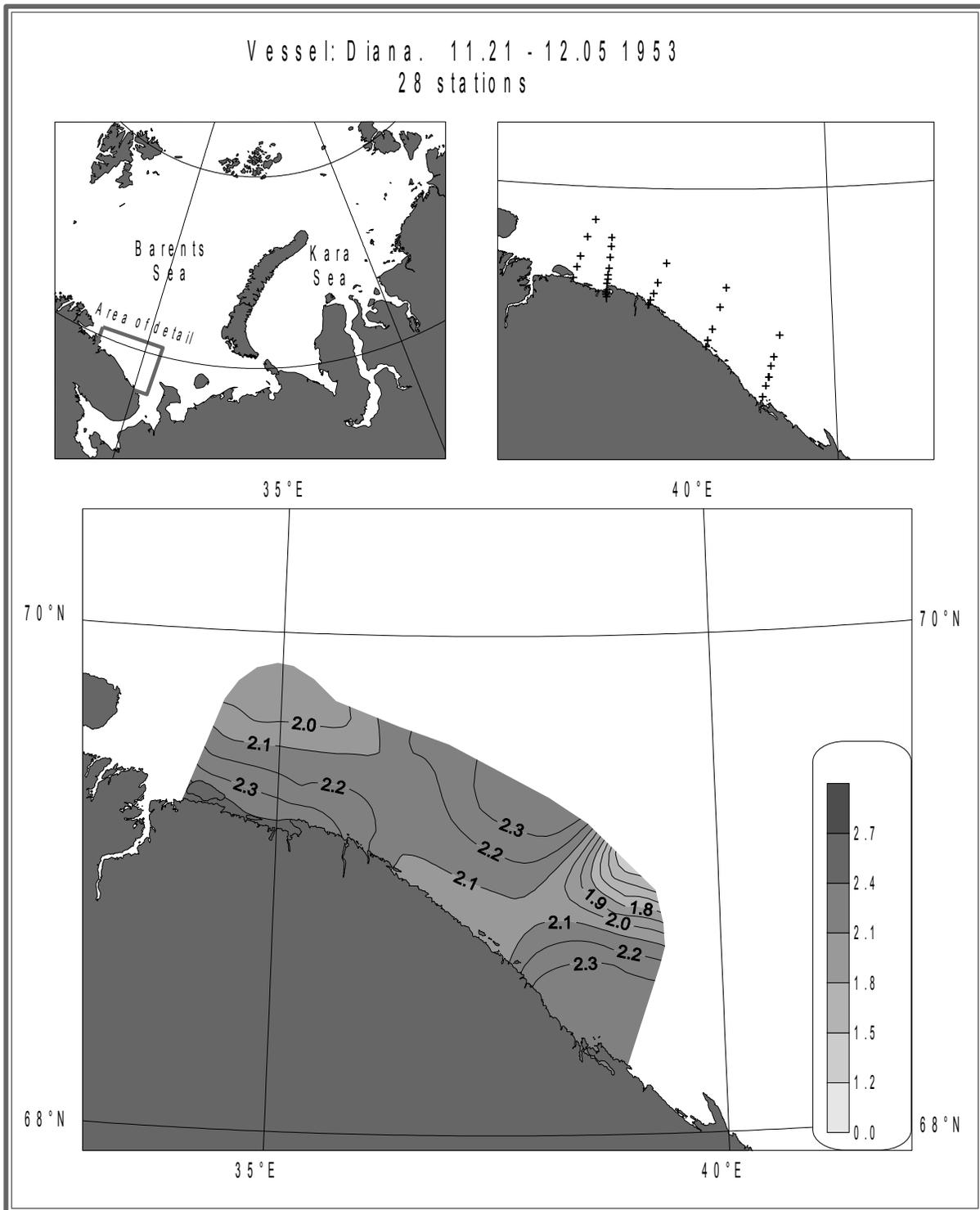


Fig. F2.12. Zooplankton. Surface-bottom. Biodiversity. December, 1954

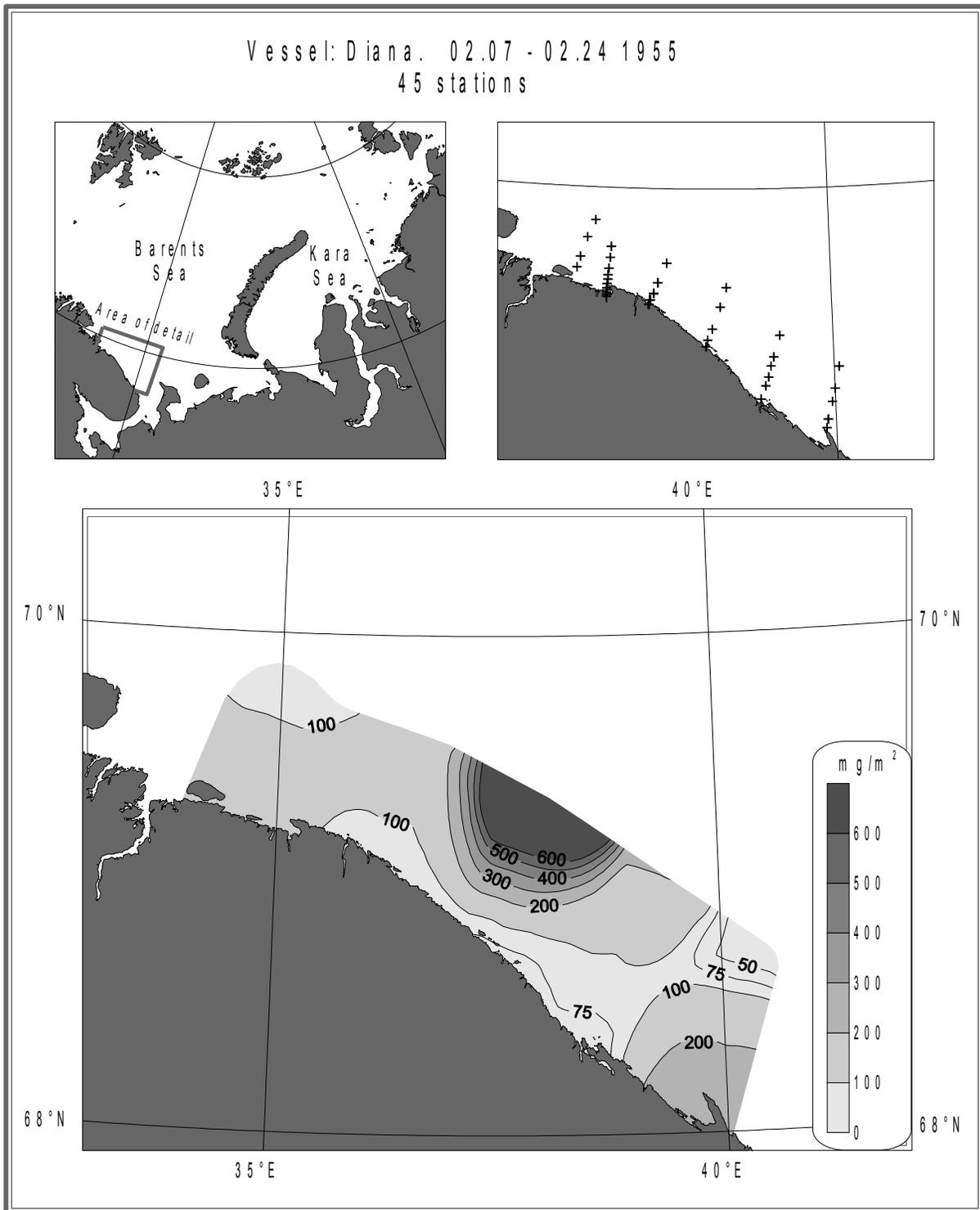


Fig. F2.13. Zooplankton. Surface-bottom. Biomass. February, 1955

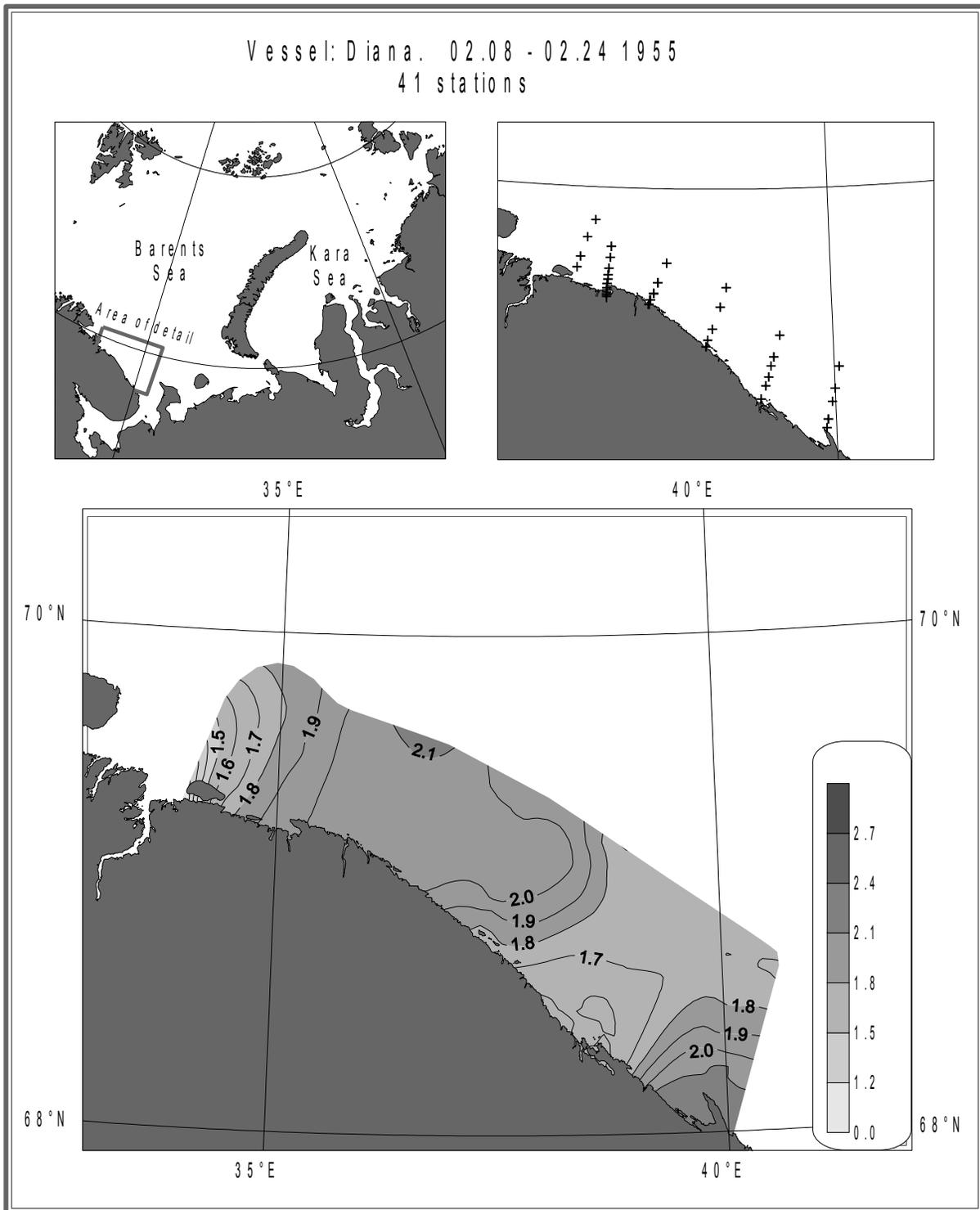


Fig. F2.14. Zooplankton. Surface-bottom. Biodiversity. February, 1954

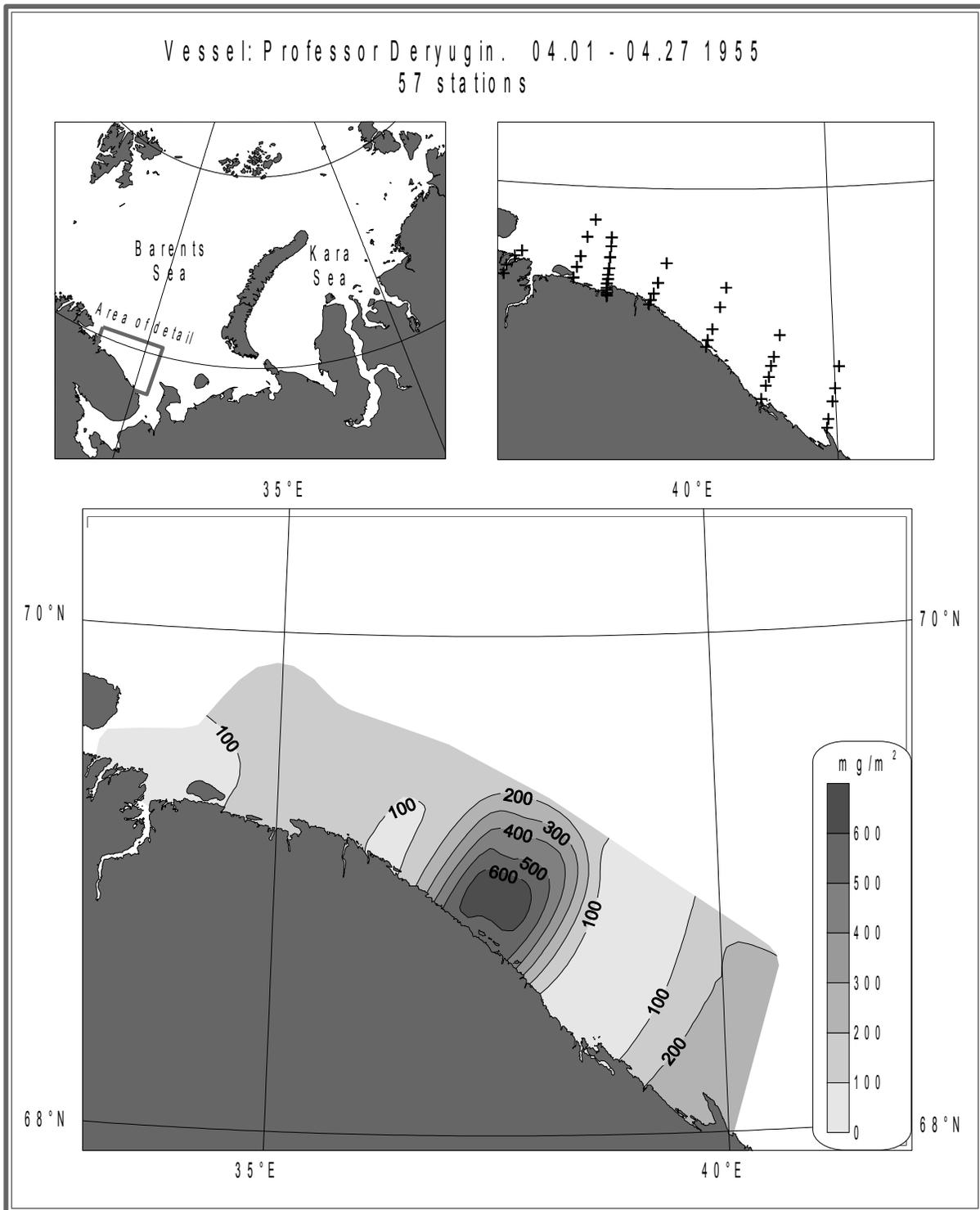


Fig. F2.15. Zooplankton. Surface-bottom. Biomass. April, 1955

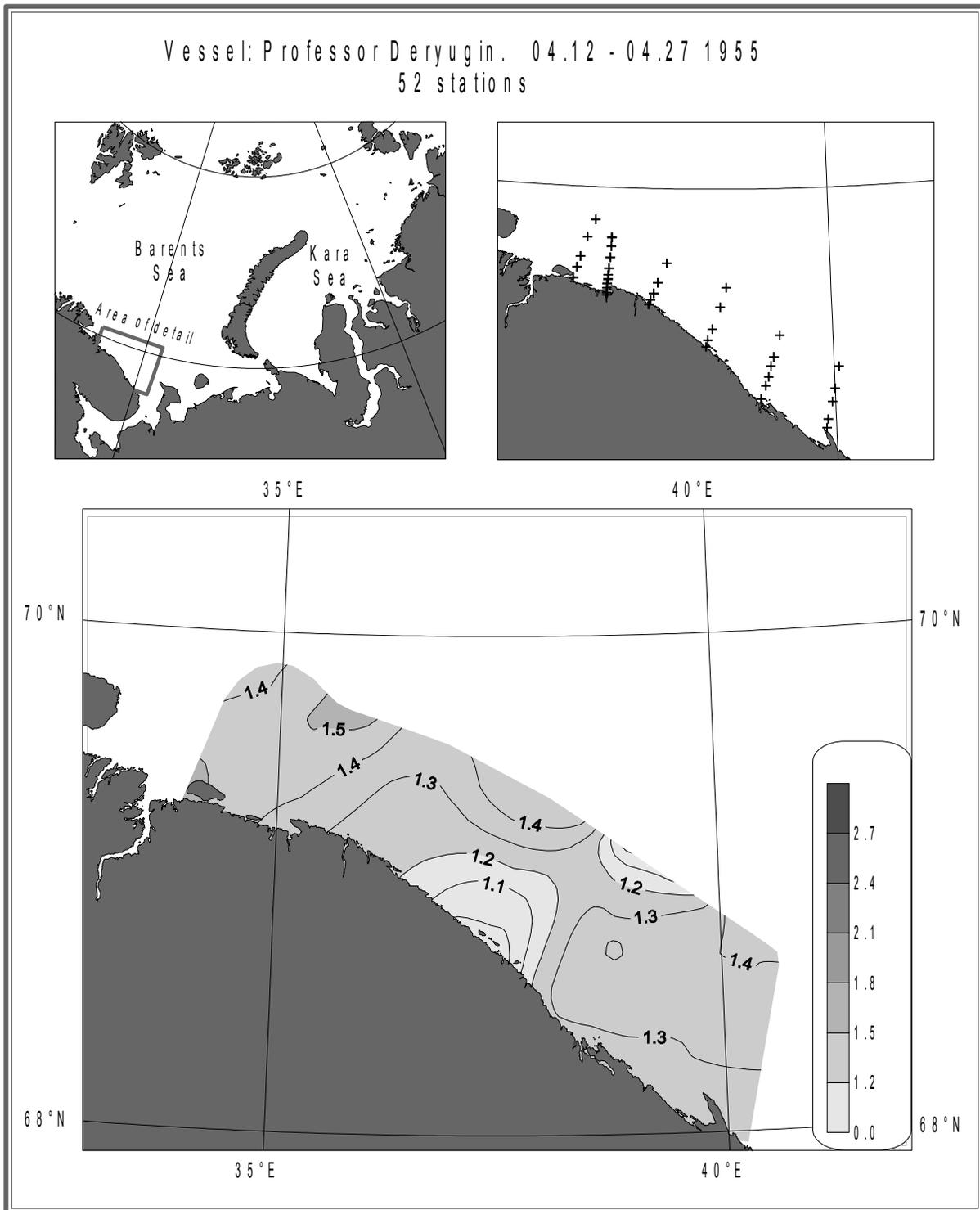


Fig. F2.16. Zooplankton. Surface-bottom. Biodiversity. April, 1955

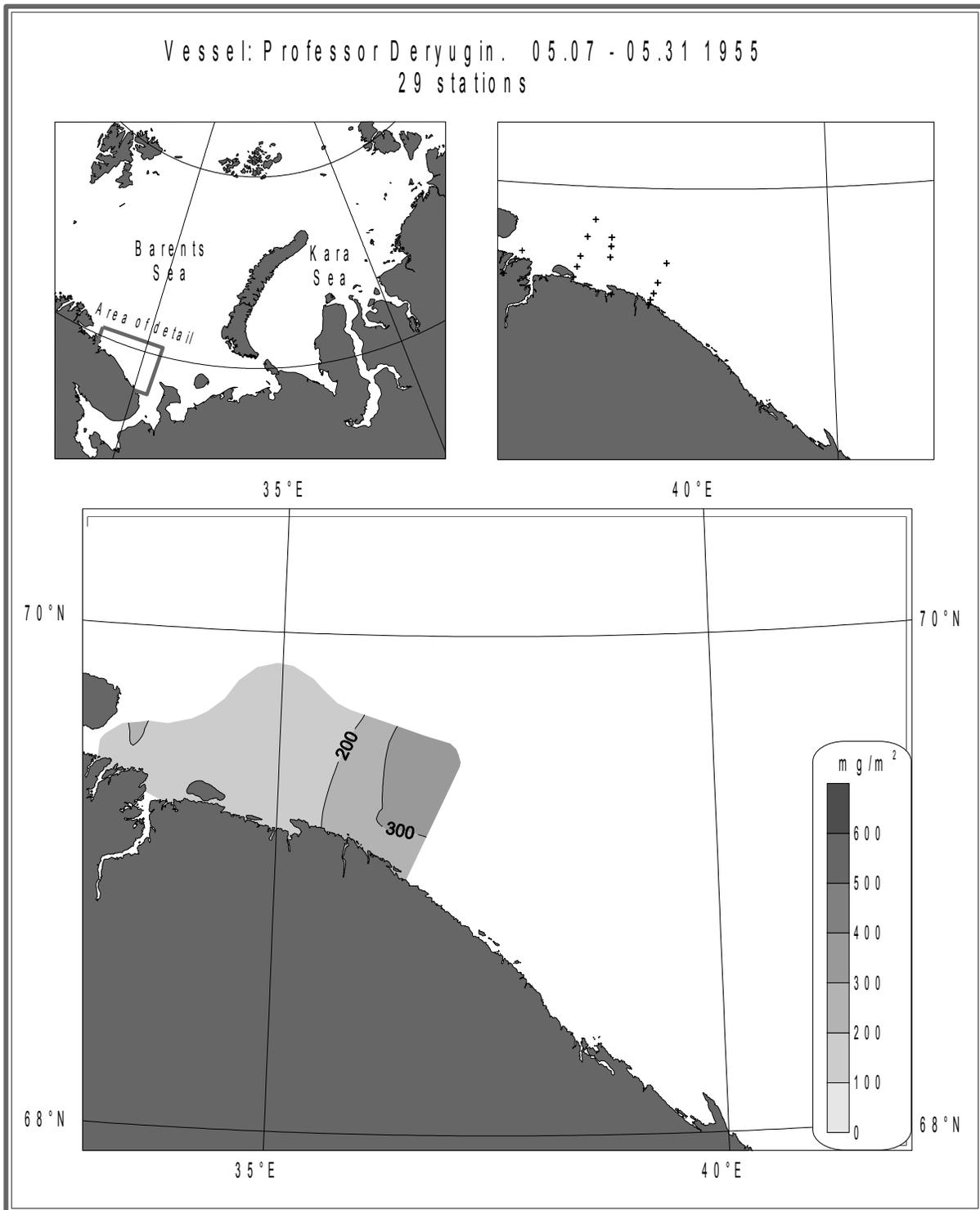


Fig. F2.17. Zooplankton. Surface-bottom. Biomass. May, 1955

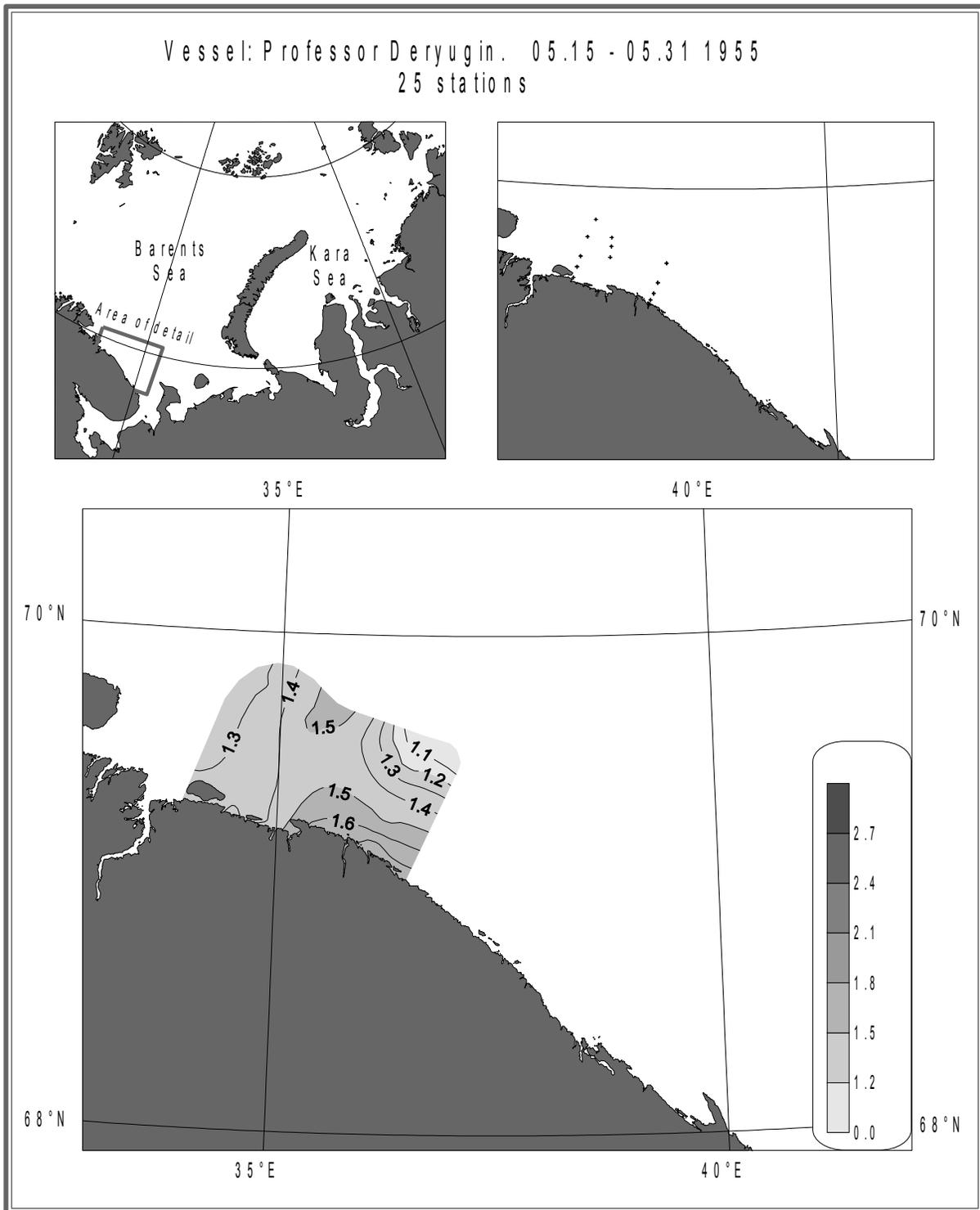


Fig. F2.18. Zooplankton. Surface-bottom. Biodiversity. May, 1955

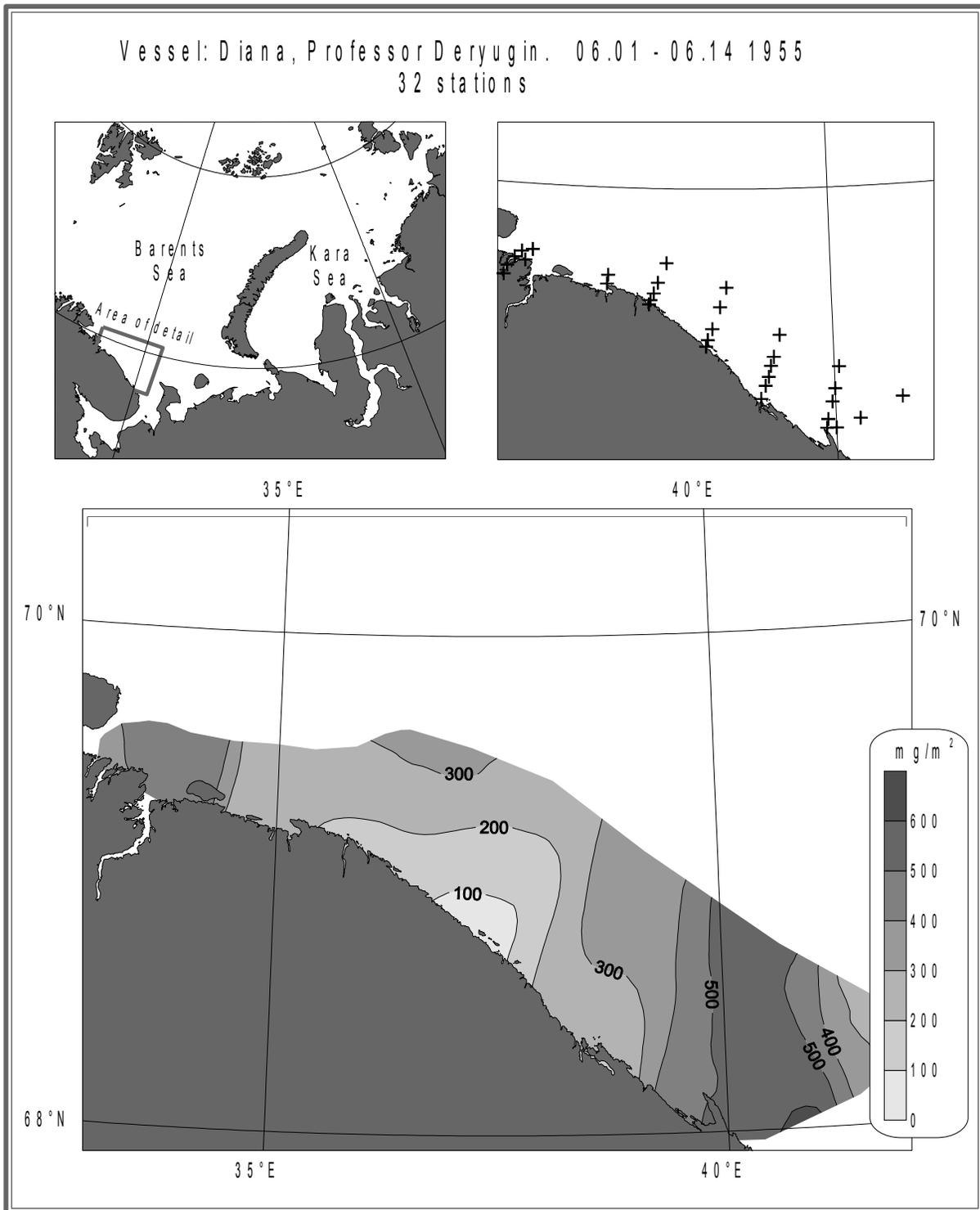


Fig. F2.19. Zooplankton. Surface-bottom. Biomass. June, 1955

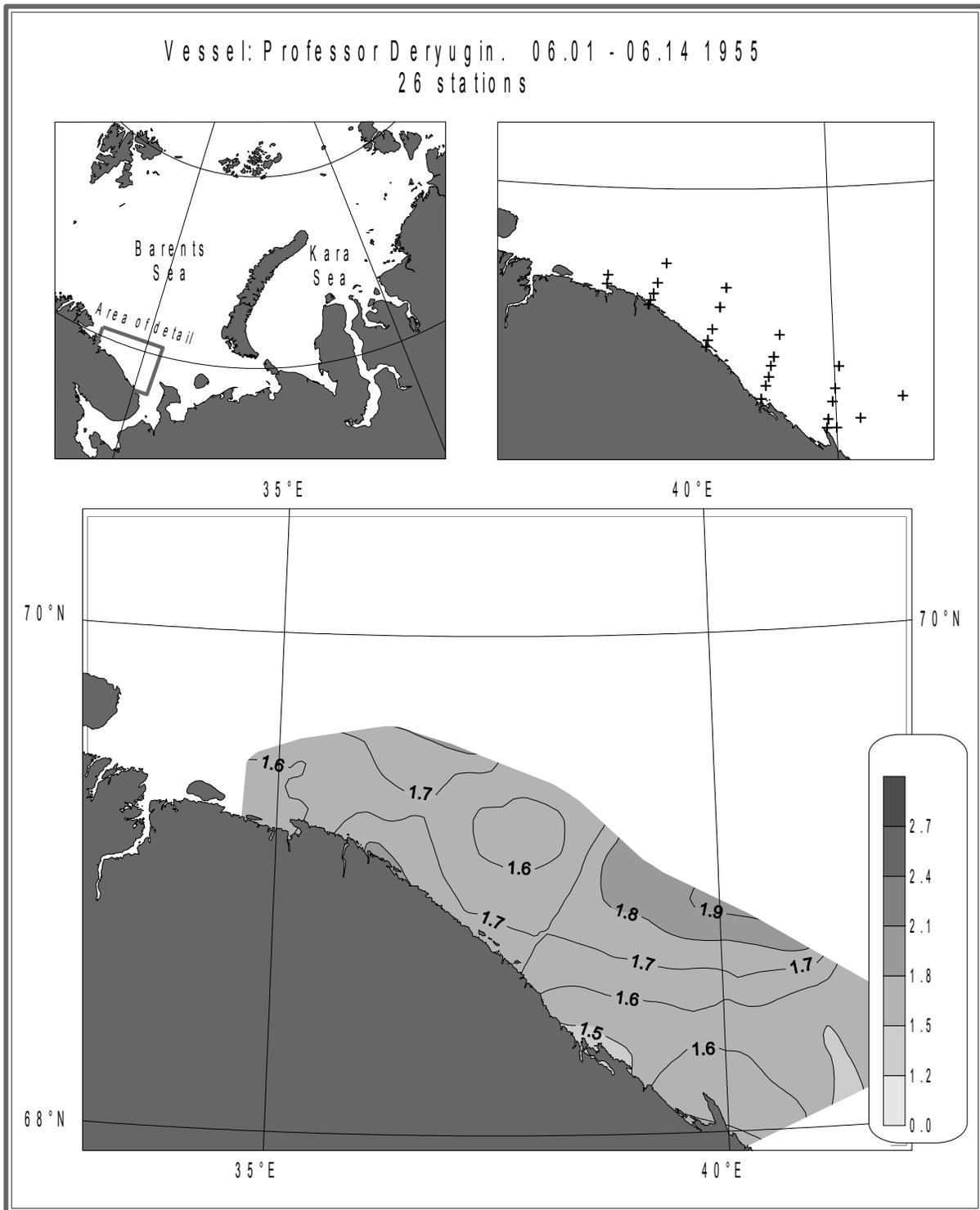


Fig. F2.20. Zooplankton. Surface-bottom. Biodiversity. June, 1955

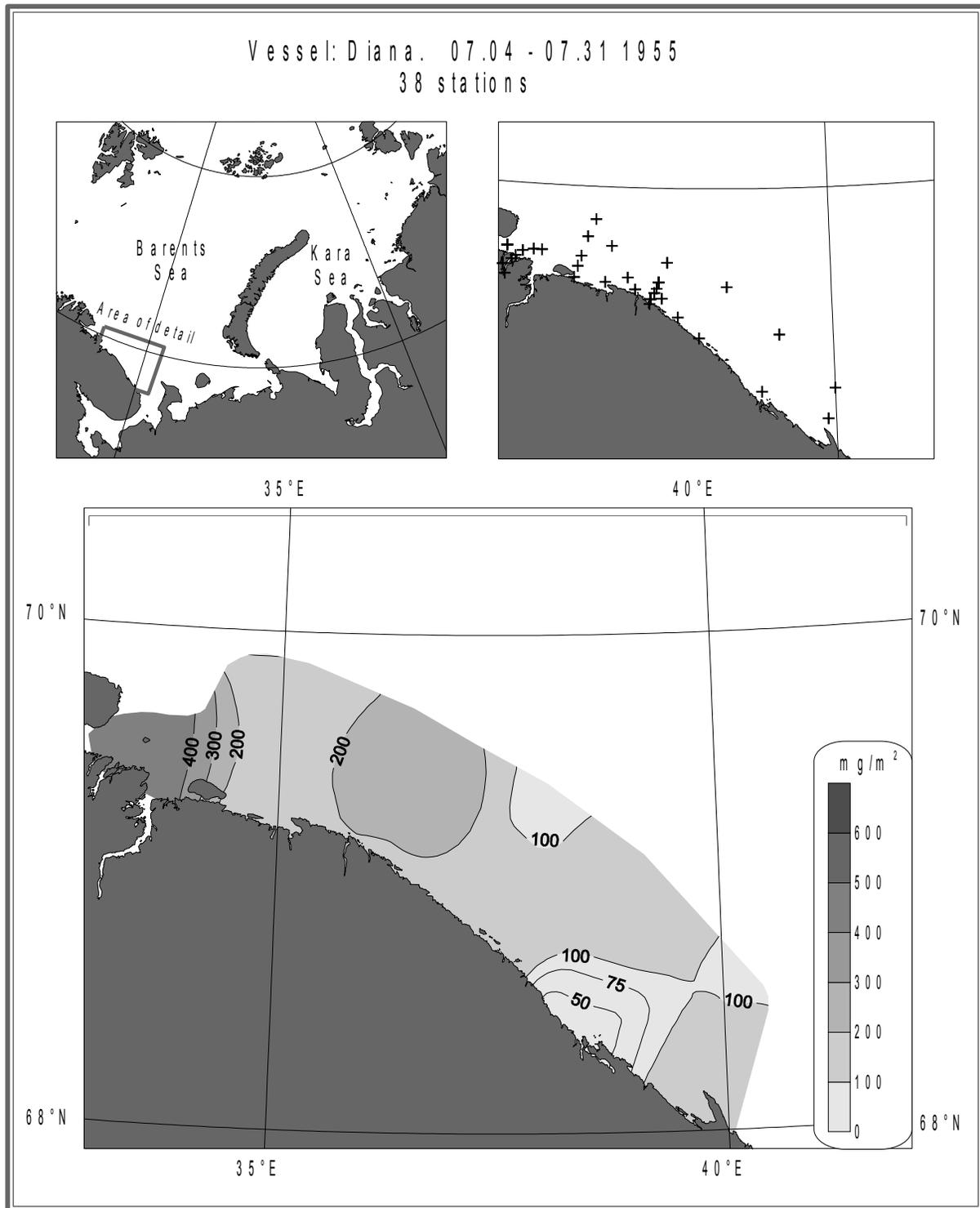


Fig. F2.21. Zooplankton. Surface-bottom. Biomass. July, 1955

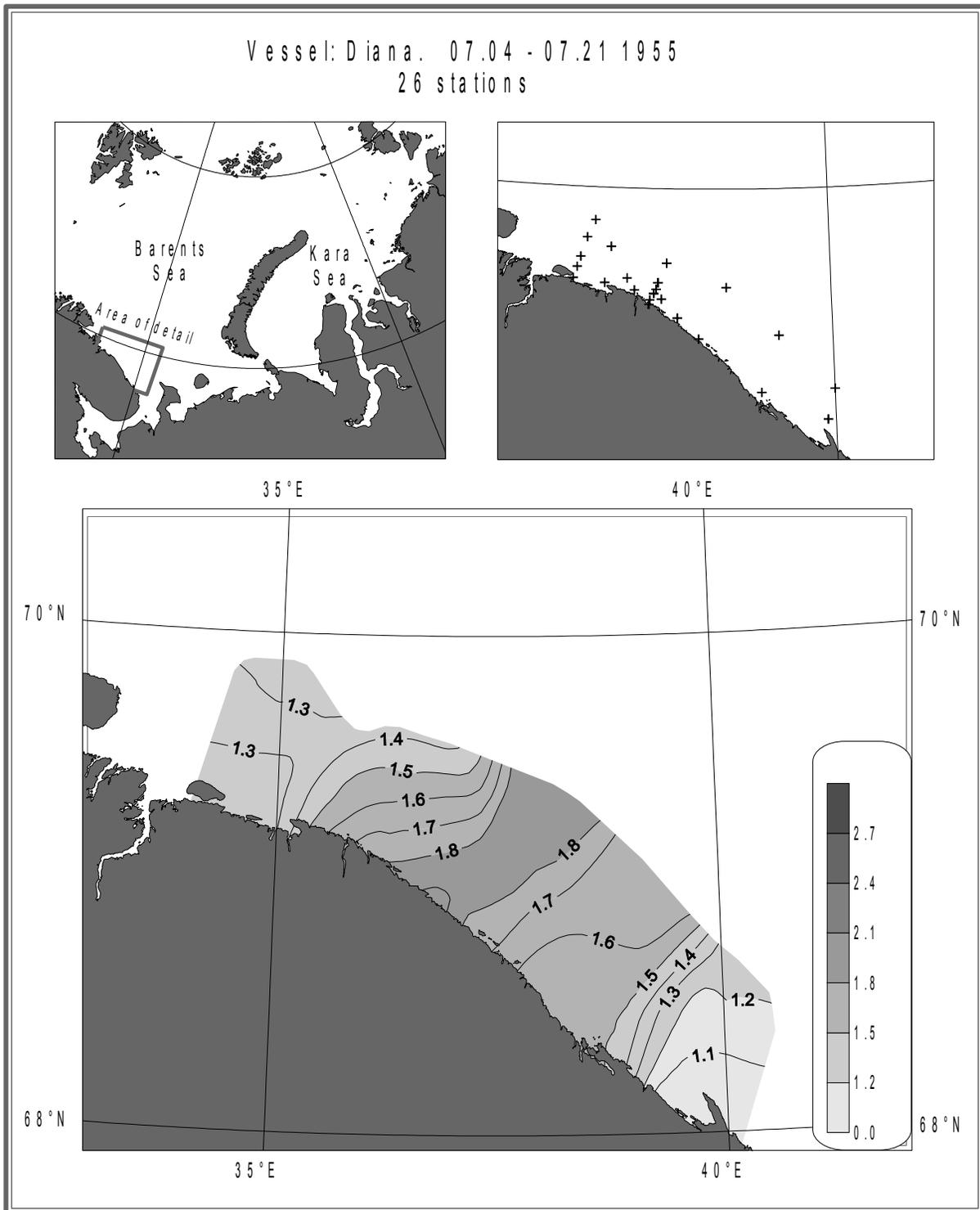


Fig. F2.22. Zooplankton. Surface-bottom. Biodiversity. July, 1955

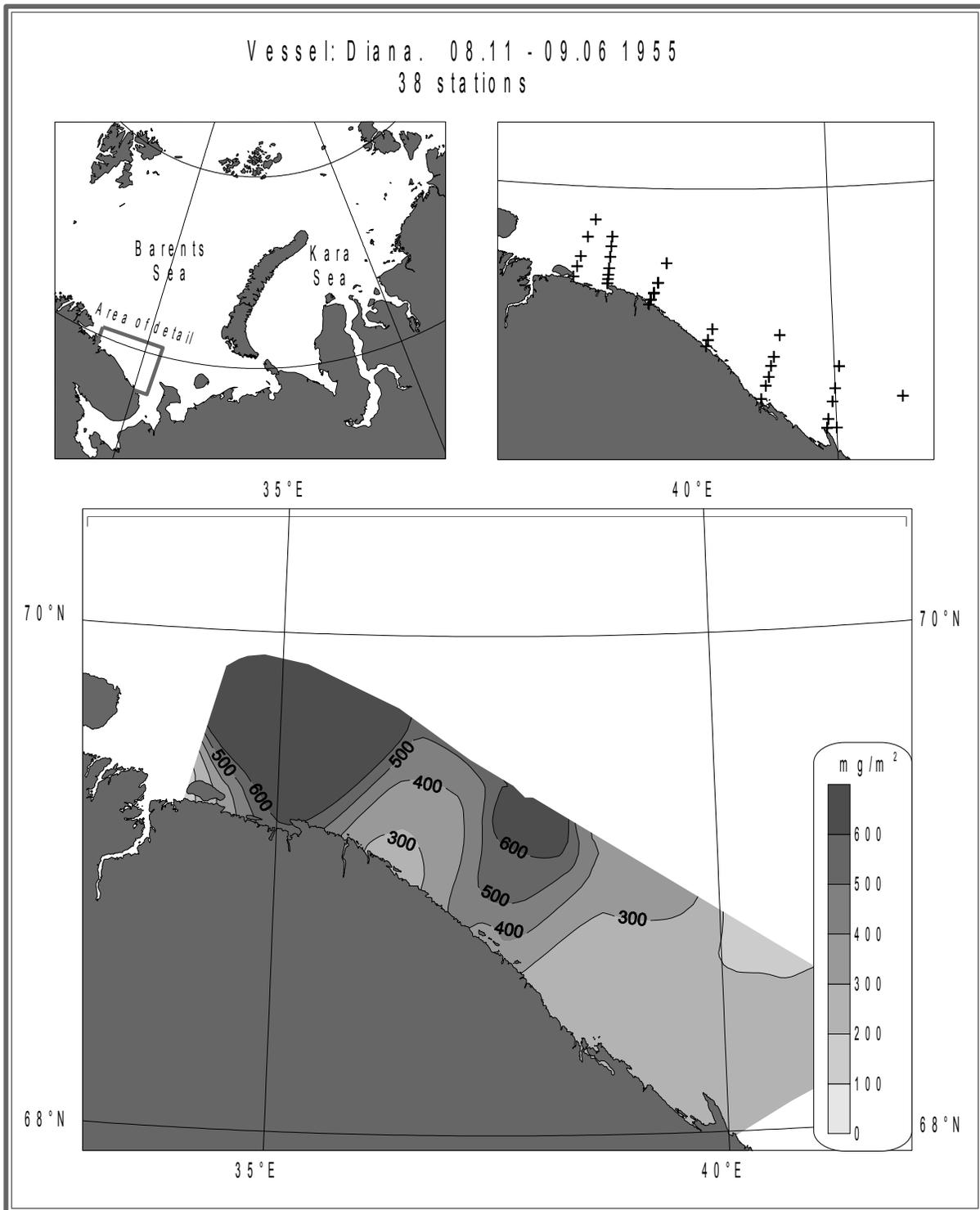


Fig. F2.23. Zooplankton. Surface-bottom. Biomass. August-September, 1955

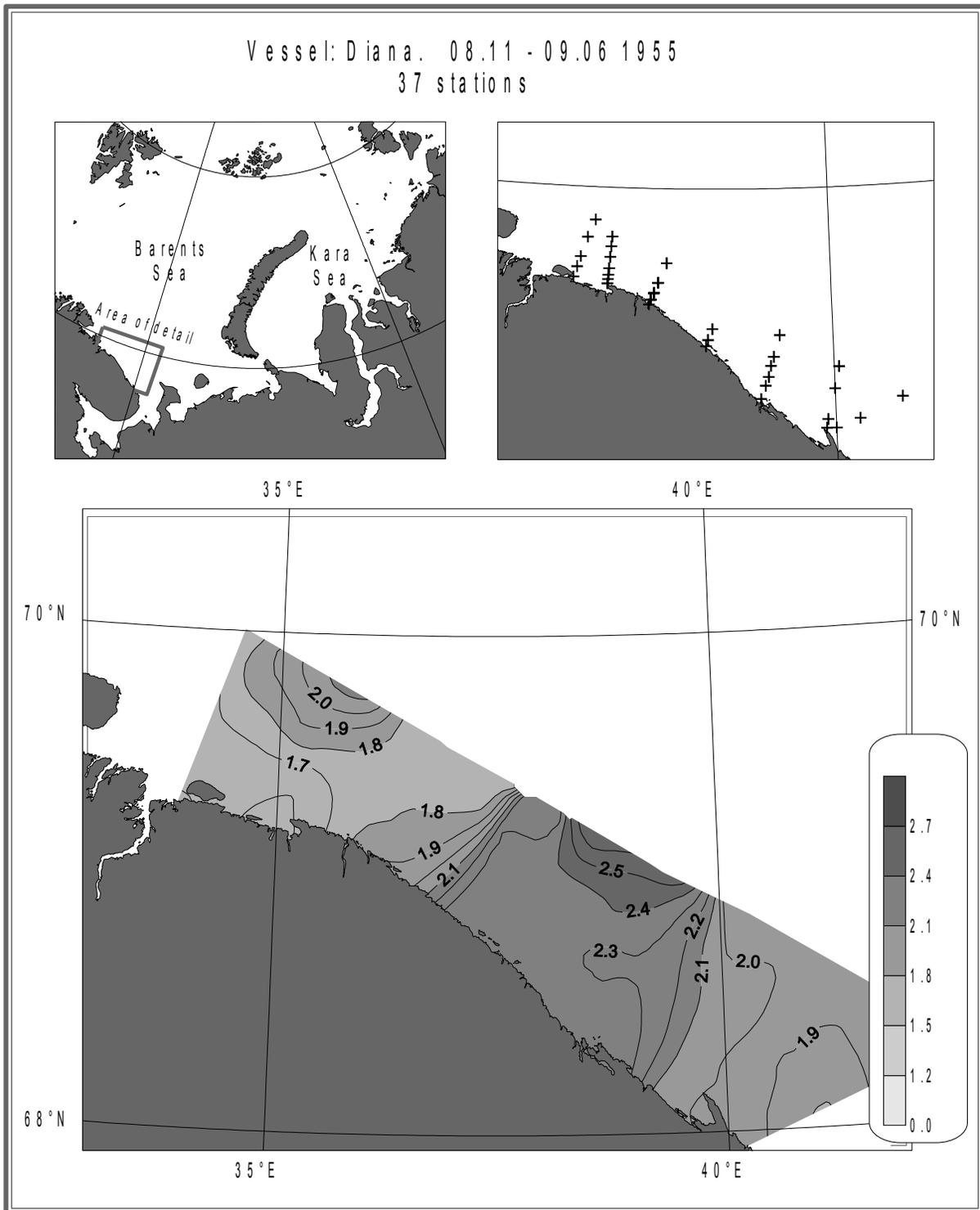


Fig. F2.24. Zooplankton. Surface-bottom. Biodiversity. August-September, 1955

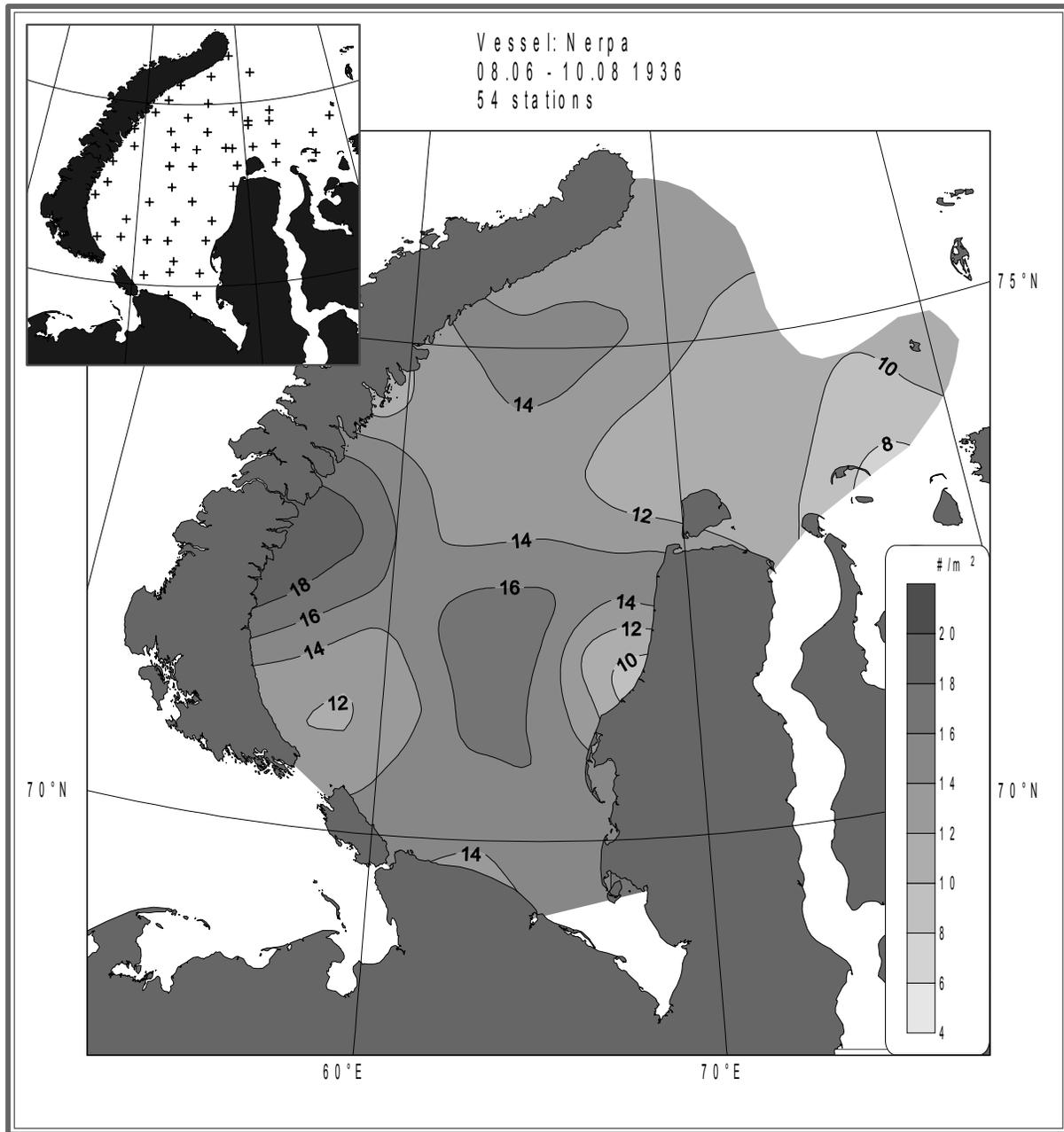


Fig. F3.1. Zooplankton. Surface-bottom. Number of species. August-October, 1936

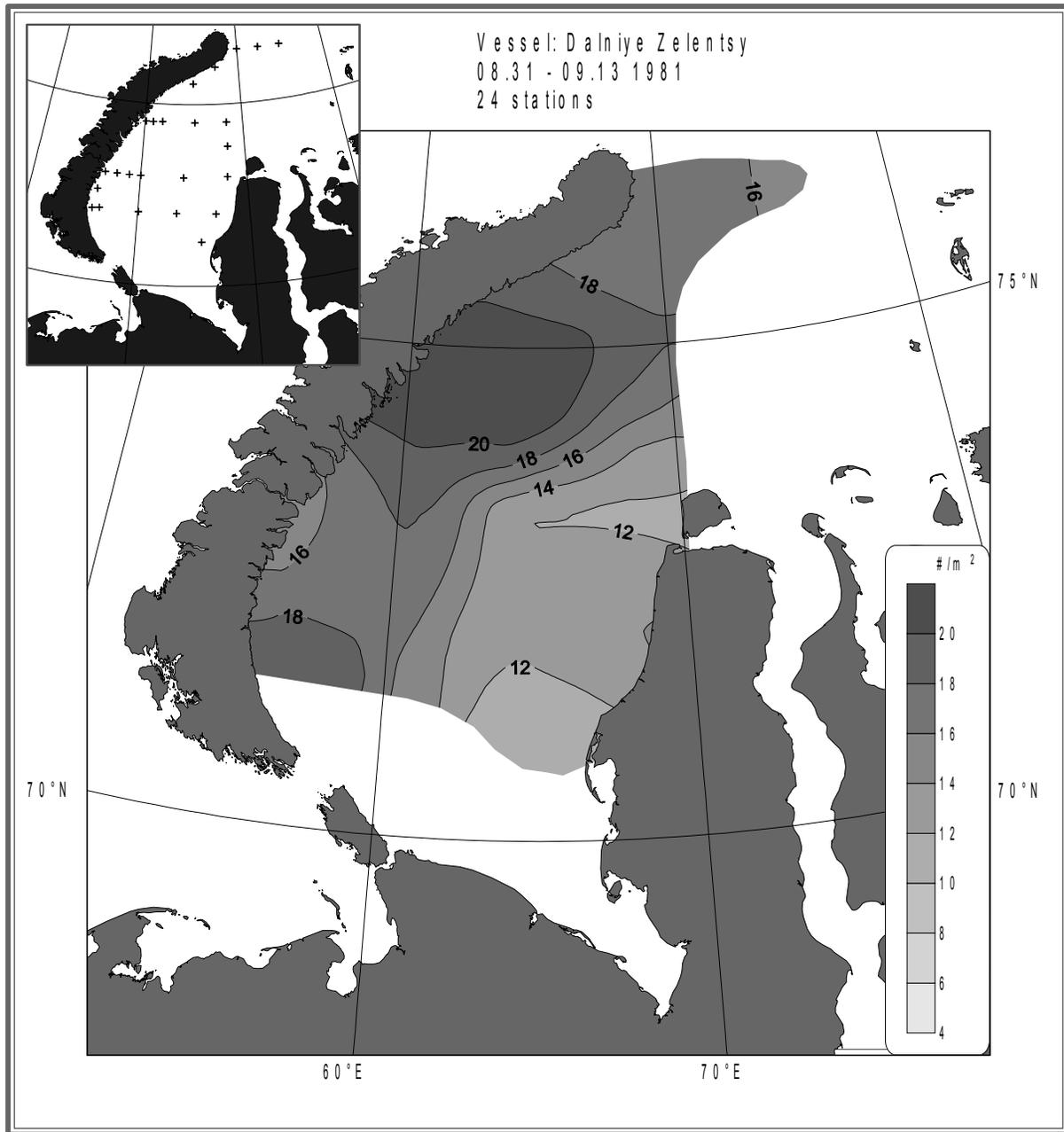


Fig. F3.2. Zooplankton. Surface-bottom. Number of species. August-September, 1981

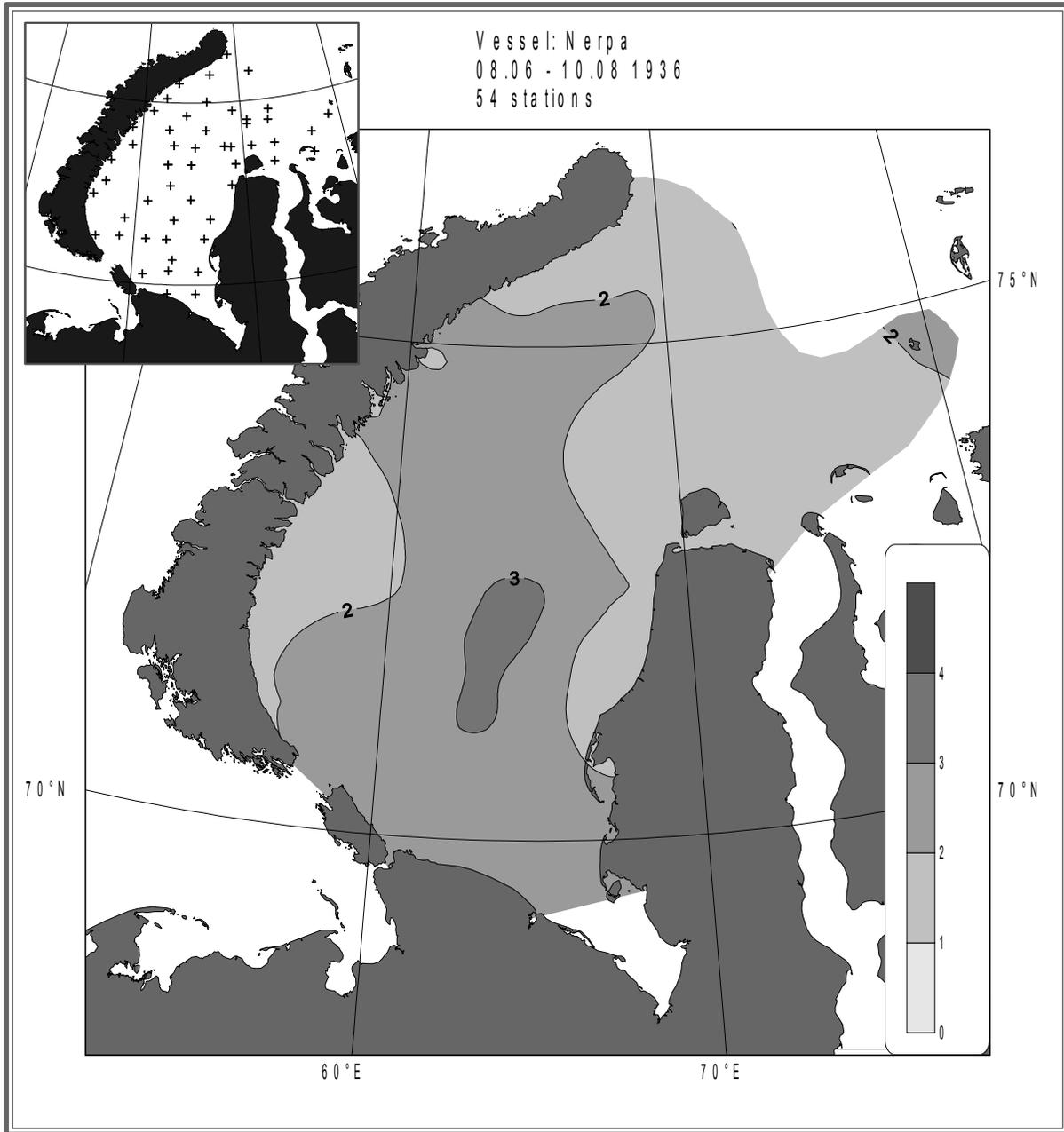


Fig. F3.3. Zooplankton. Surface-bottom. Relative abundance. August-October, 1936 (1-rare; 2-common; 3-abundant; 4-very abundant)

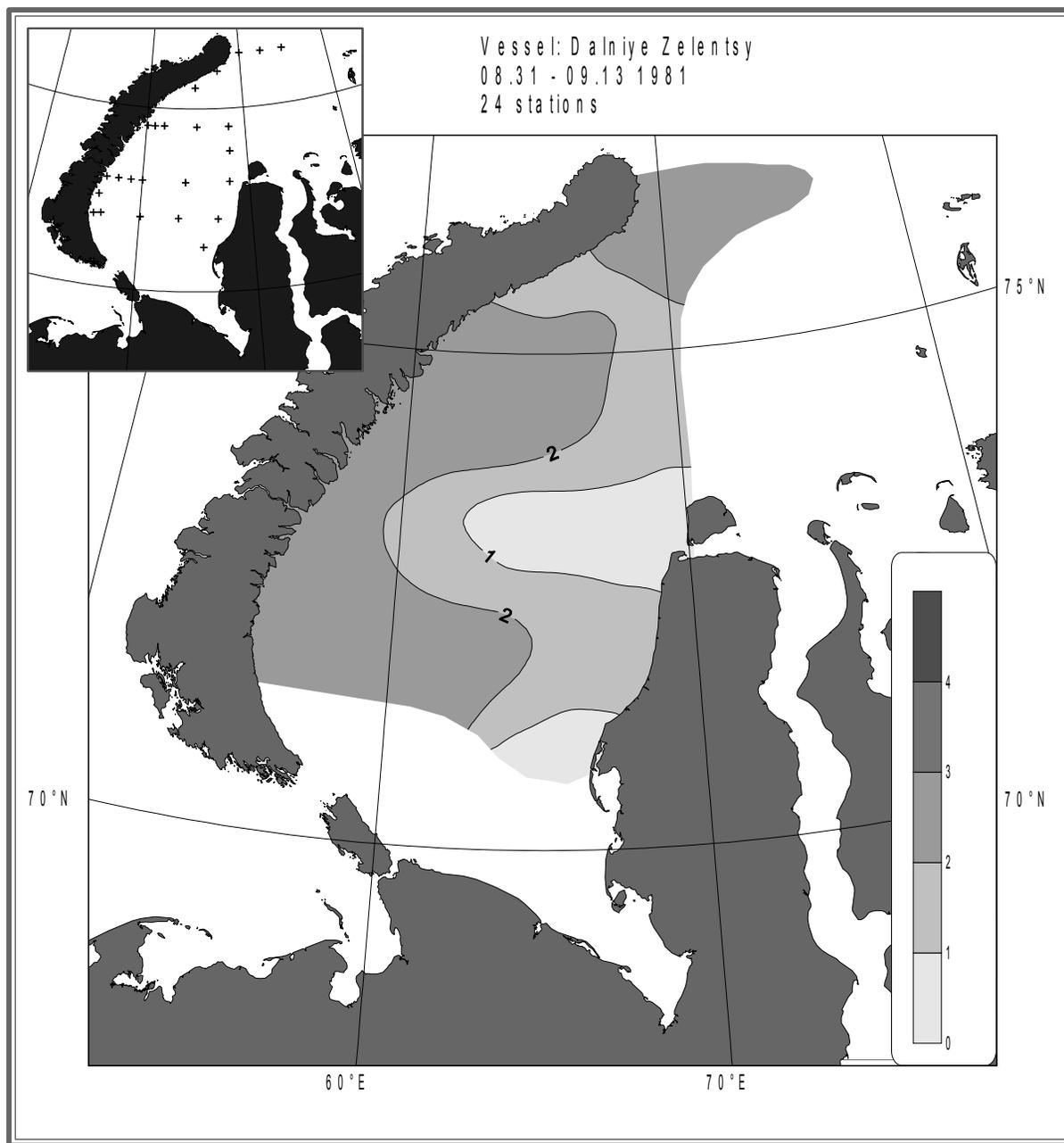


Fig. F3.4. Zooplankton. Surface-bottom. Relative abundance. August-September, 1981 (1-rare; 2-common; 3-abundant; 4-very abundant)

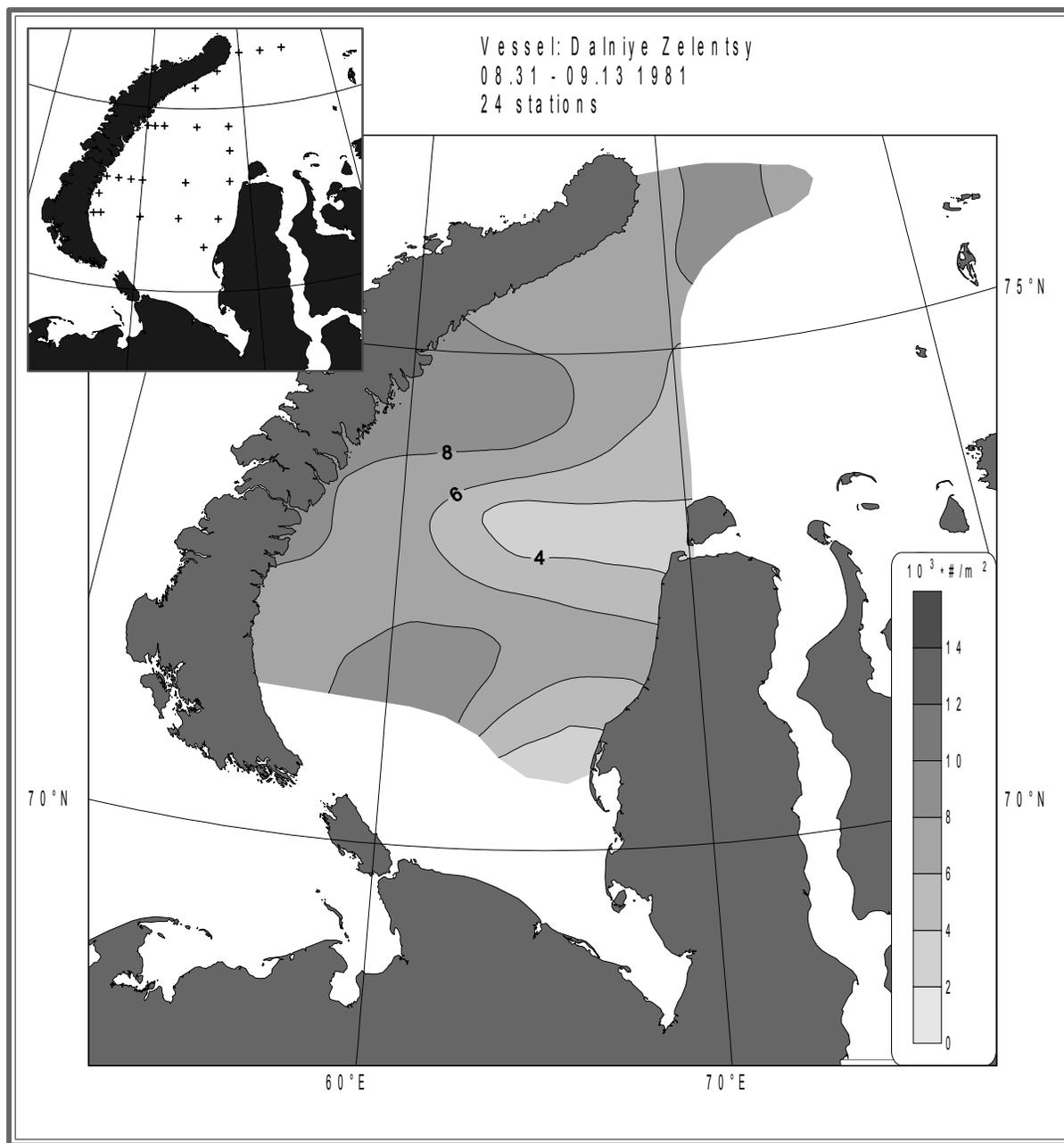


Fig. F3.5. Zooplankton. Surface-bottom. Abundance. August-September, 1981

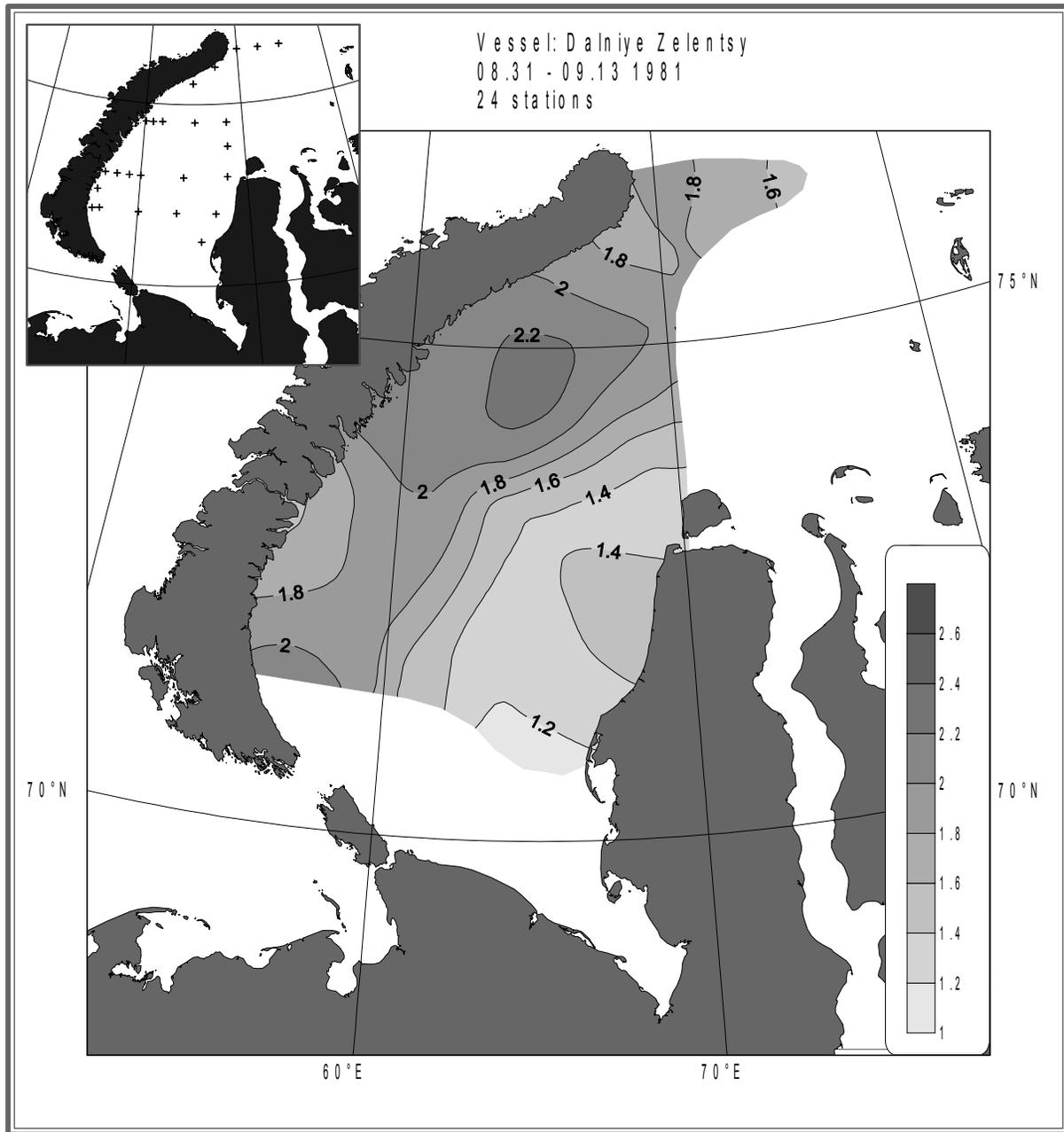


Fig. F3.6. Zooplankton. Surface-bottom. Biodiversity. August-September, 1981

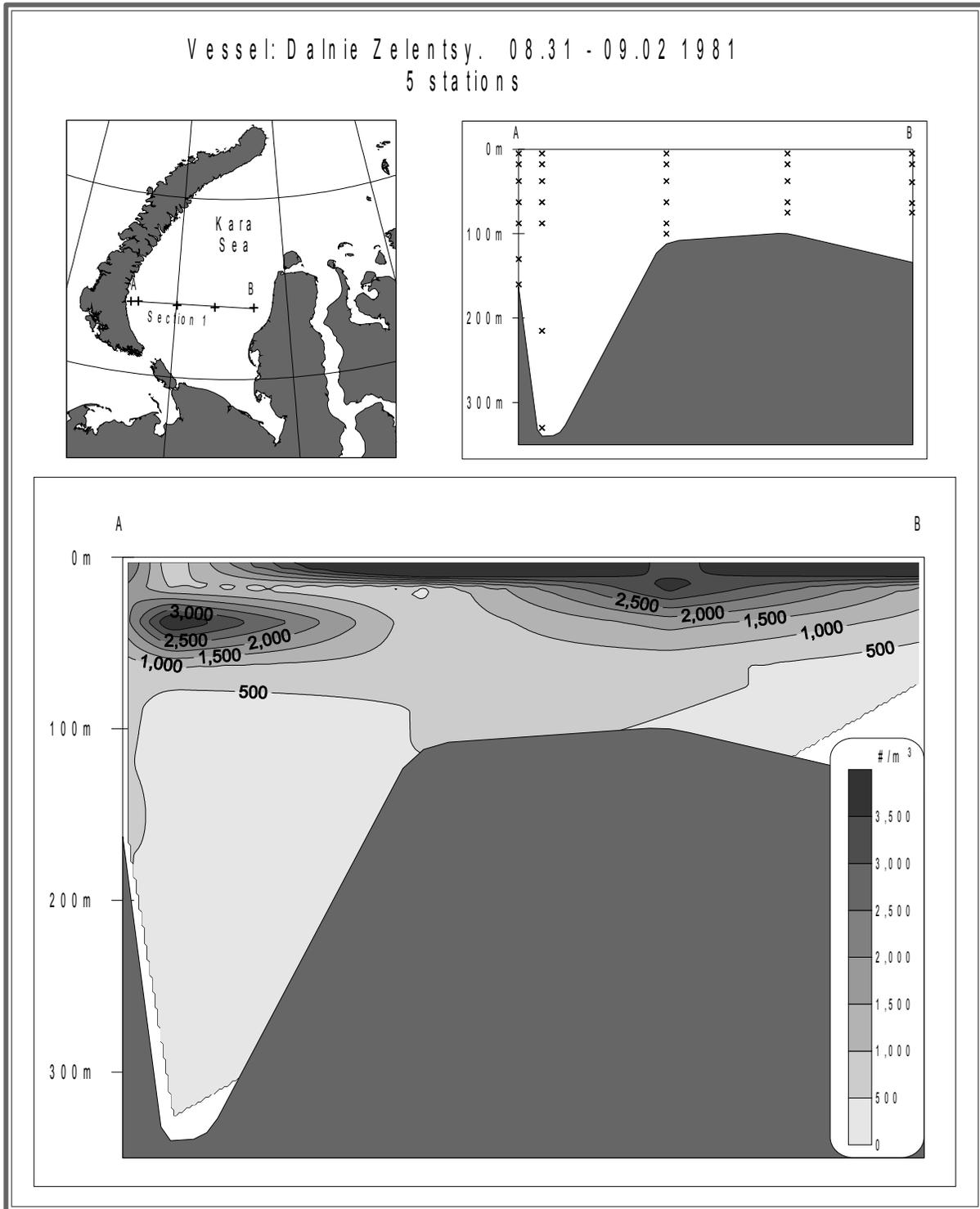


Fig. F3.7. Zooplankton. Section 1. Abundance. August-September, 1981

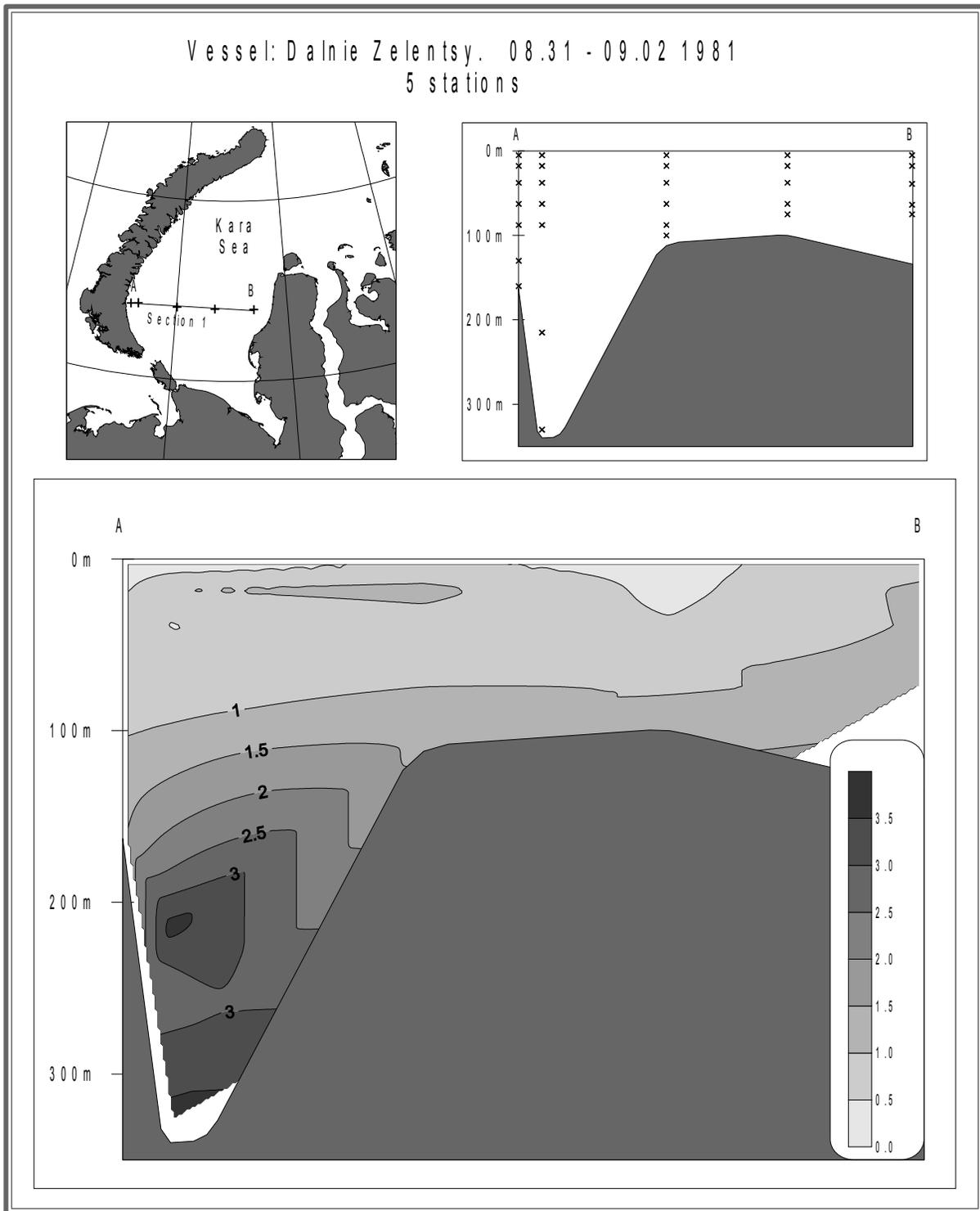


Fig. F3.8. Zooplankton. Section 1. Biodiversity. August-September, 1981

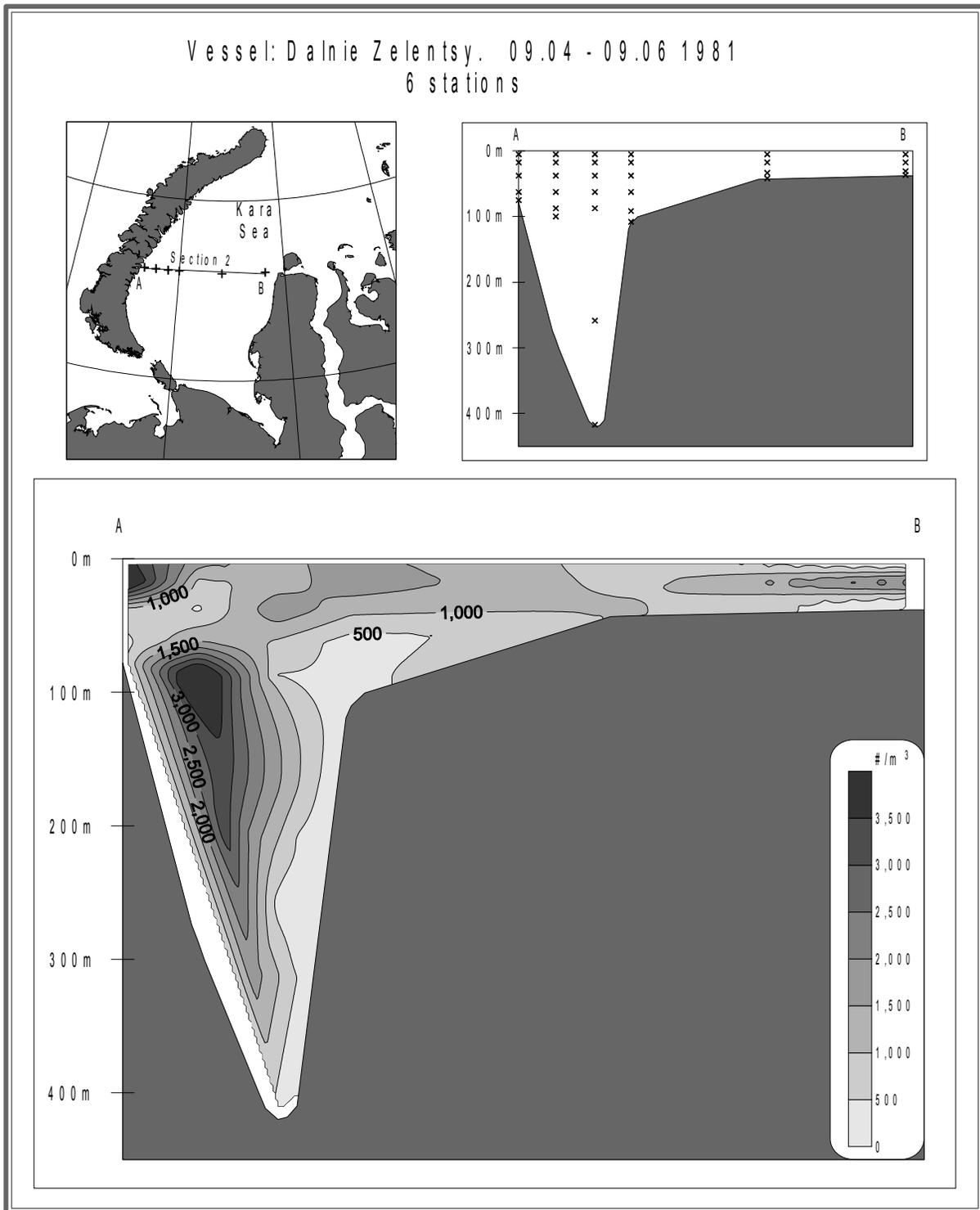


Fig. F3.9. Zooplankton. Section 2. Abundance. September, 1981

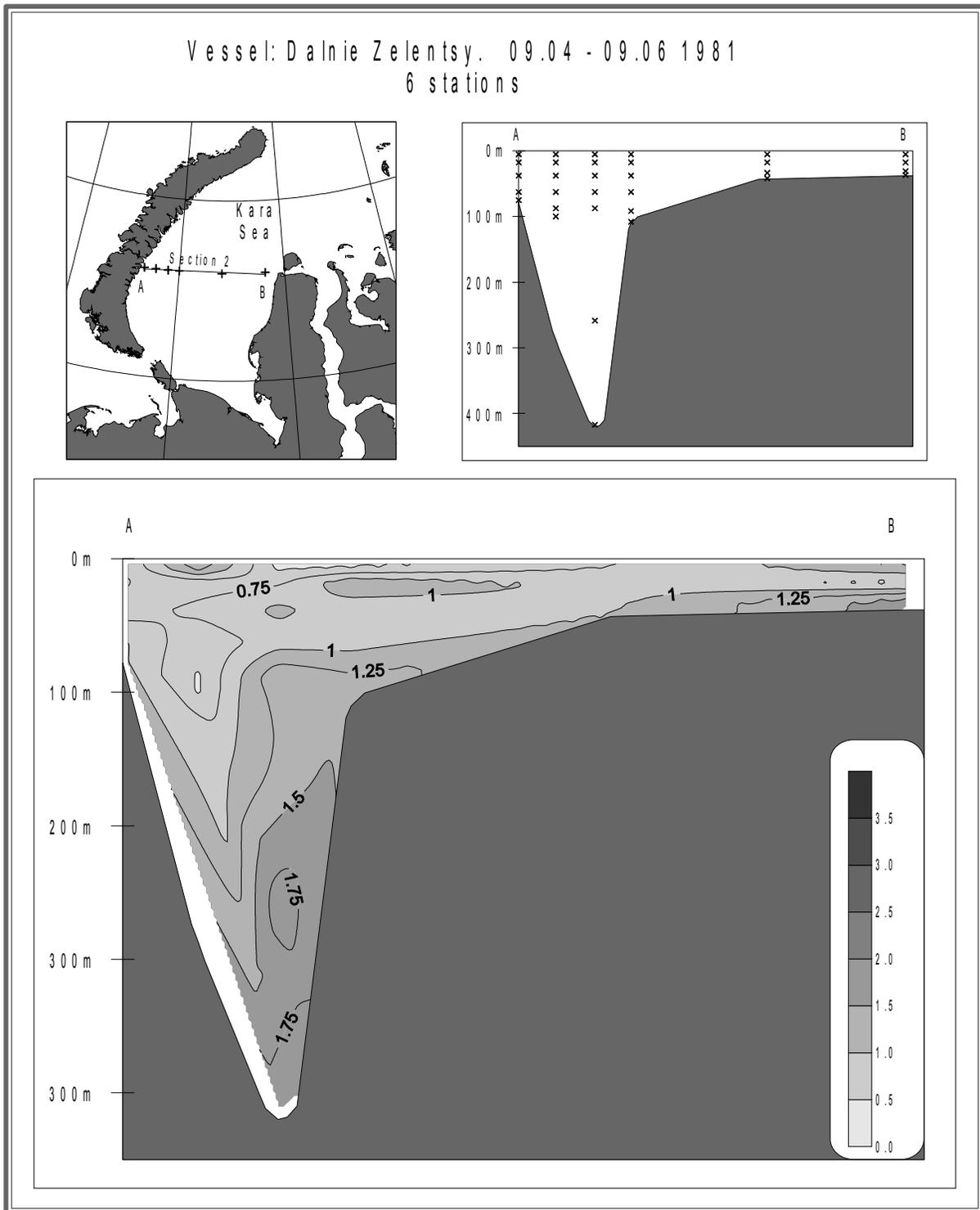


Fig. F3.10. Zooplankton. Section 2. Biodiversity. September, 1981

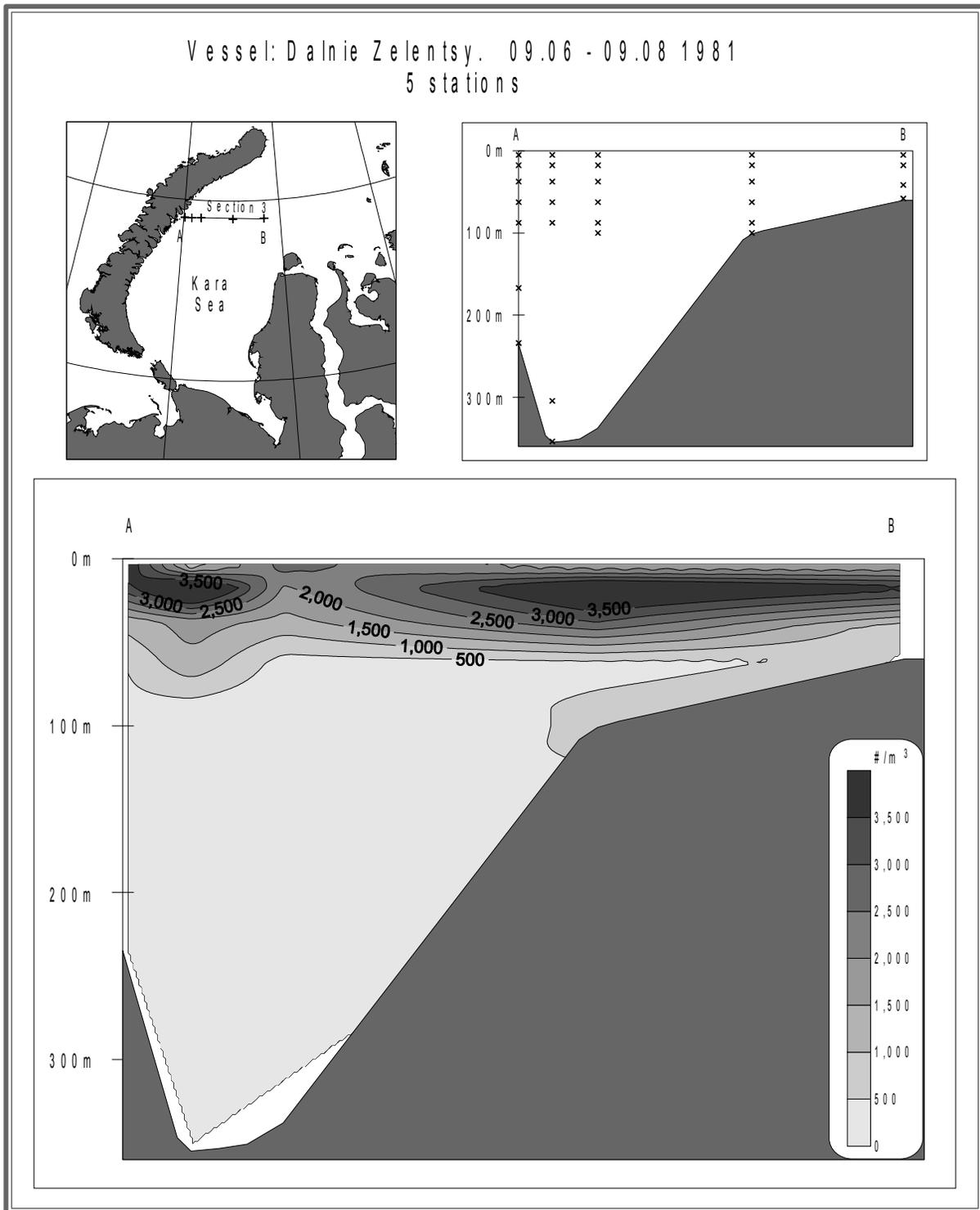


Fig. F3.11. Zooplankton. Section 3. Abundance. September, 1981

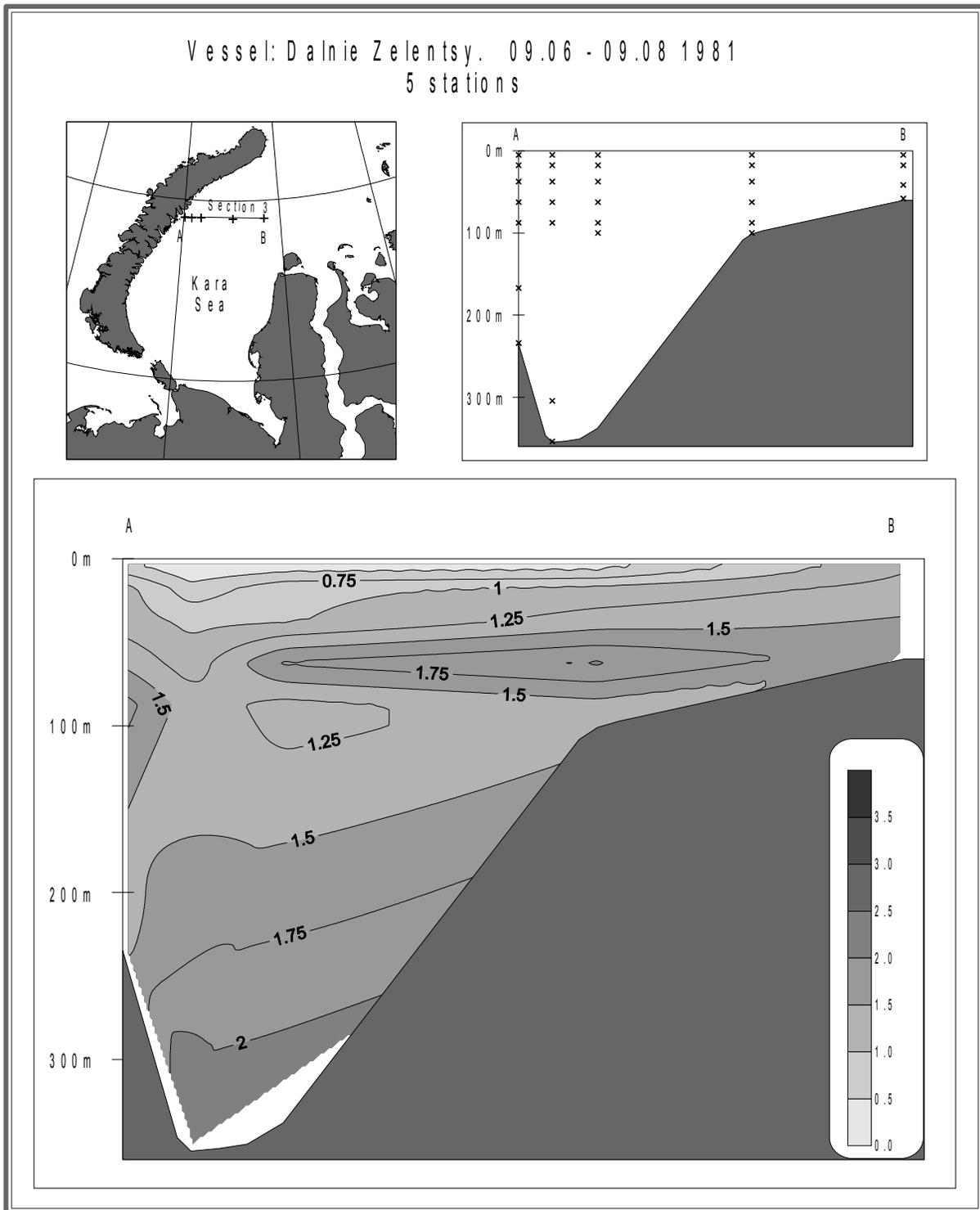


Fig. F3.12. Zooplankton. Section 3. Biodiversity. September, 1981

**APPENDIX G. DOCUMENTATION OF CHANGES
OF THE PLANKTON COMMUNITY**

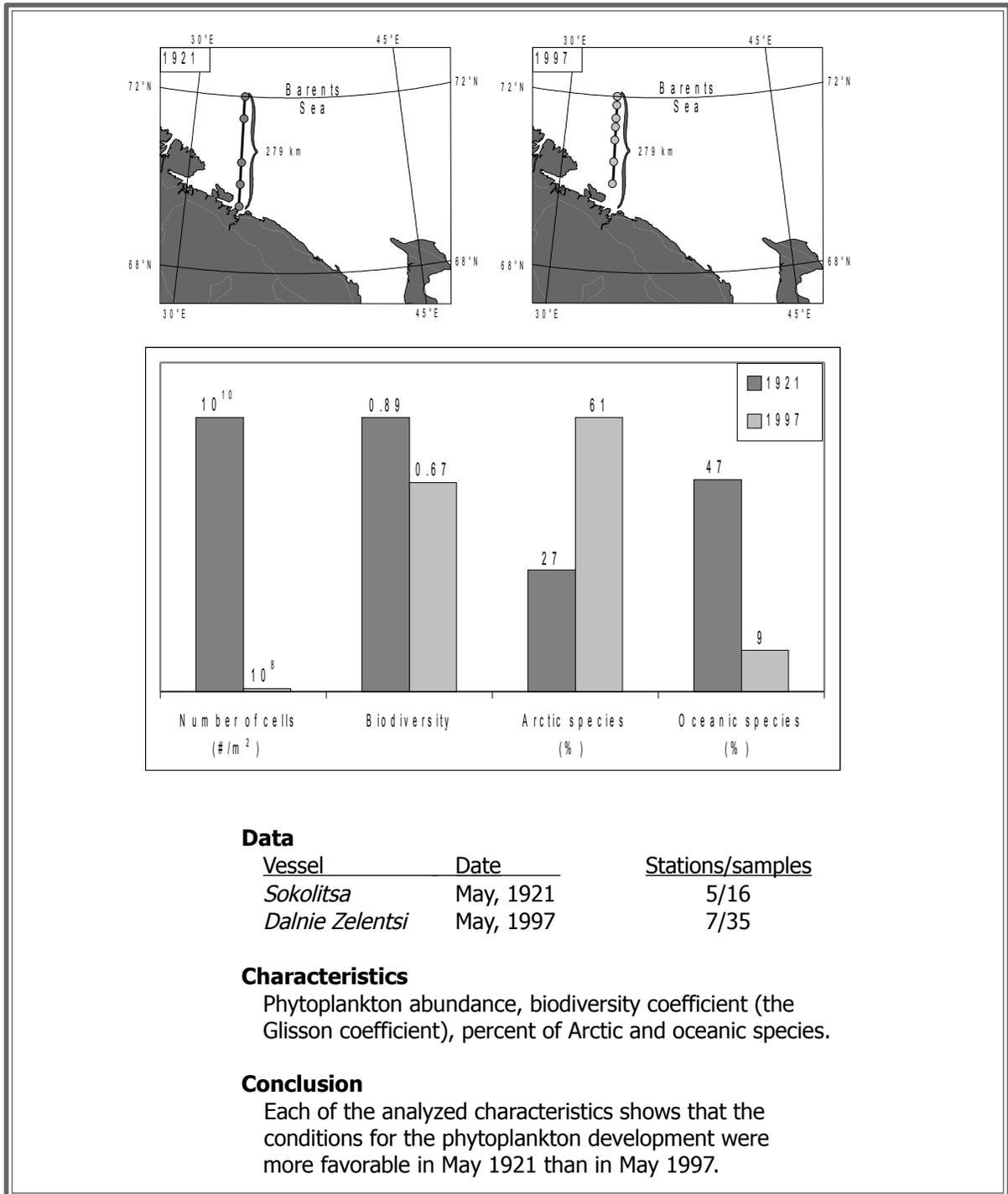


Fig. G1. Phytoplankton. Barents Sea. 69-72°N, 33°30' E. 1921 vs. 1997

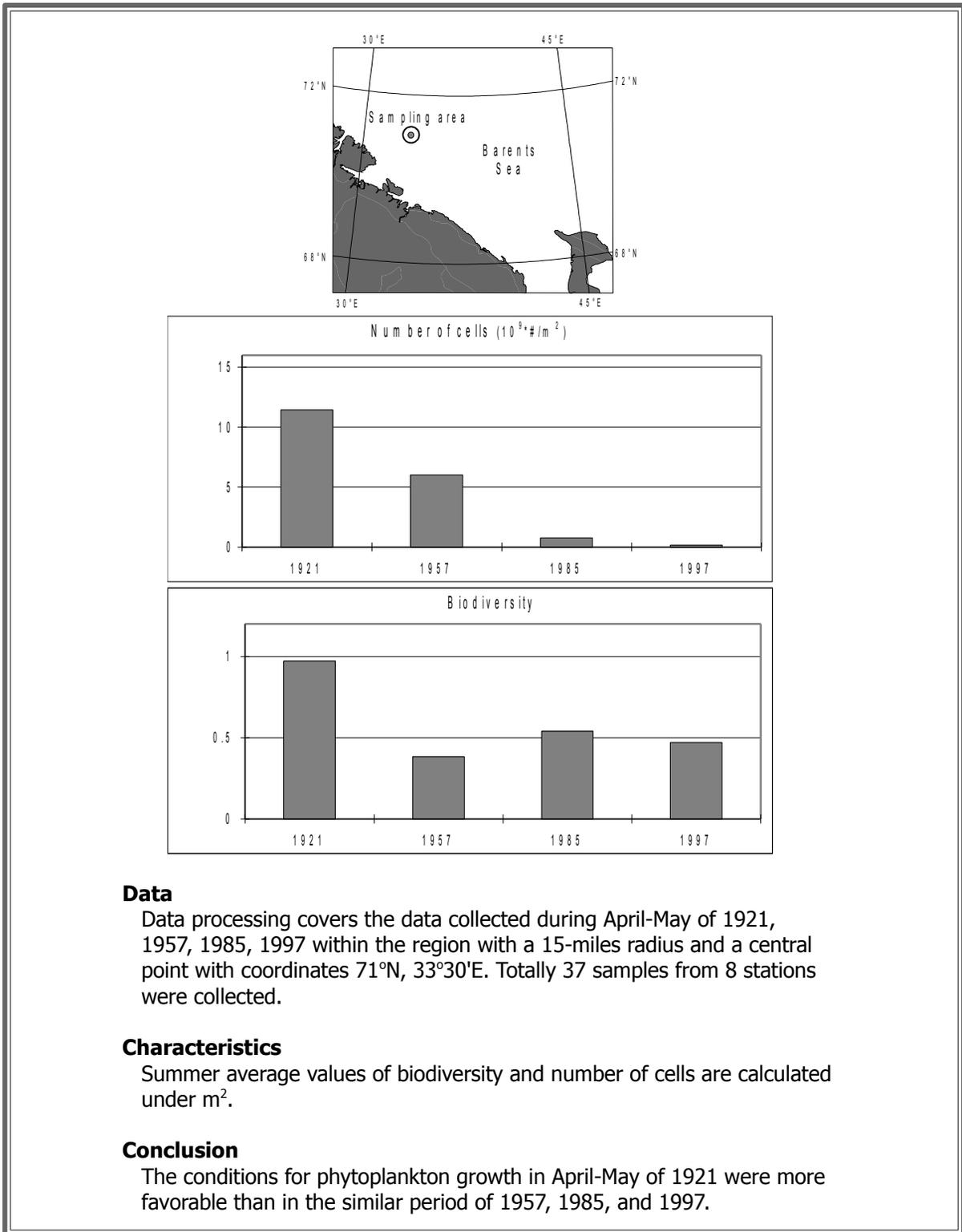


Fig. G2. Phytoplankton. Barents Sea. 71°N, 33°30'E. 1921-1957-1985-1997

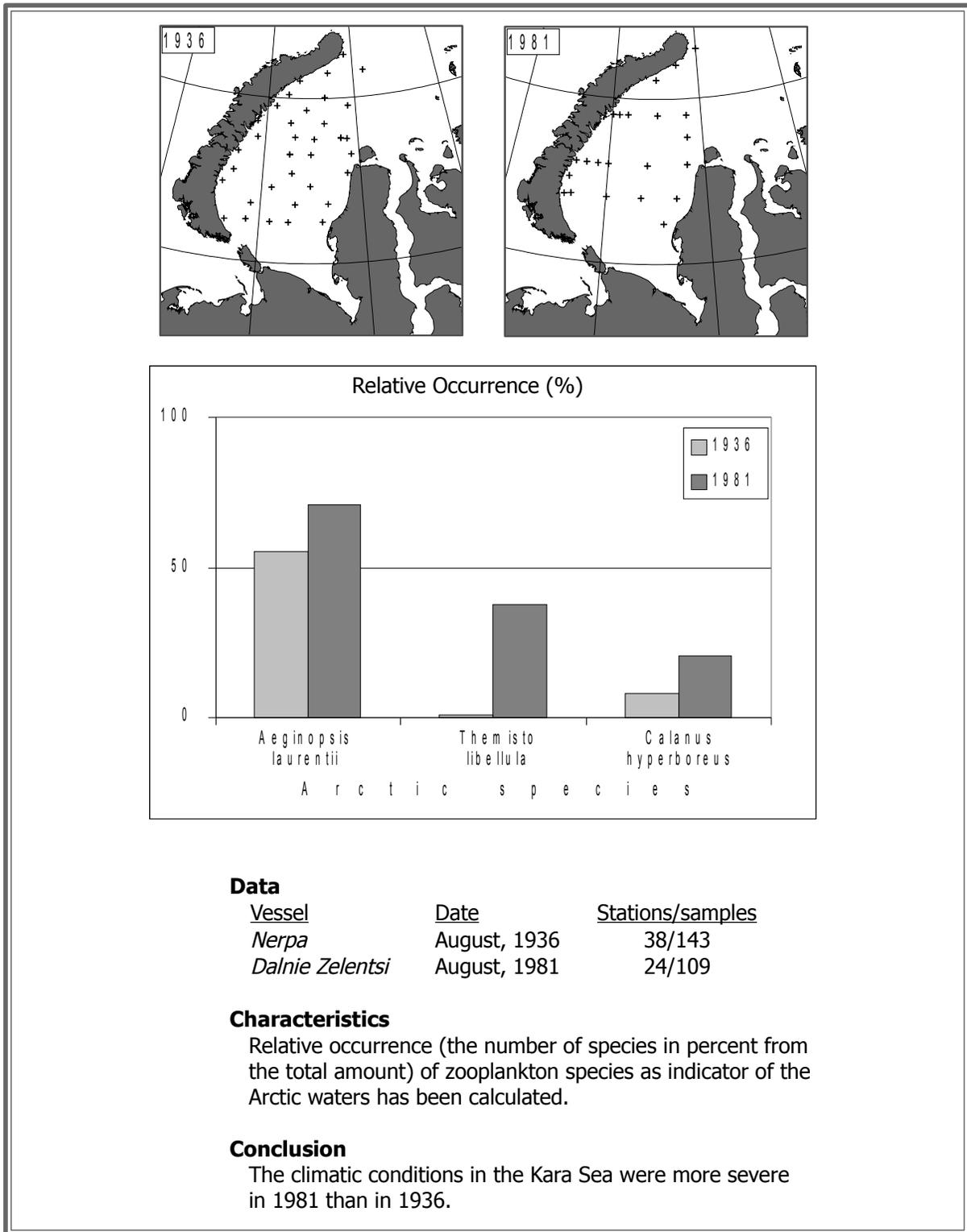


Fig. G3. Zooplankton. Kara Sea. 1936 vs. 1981

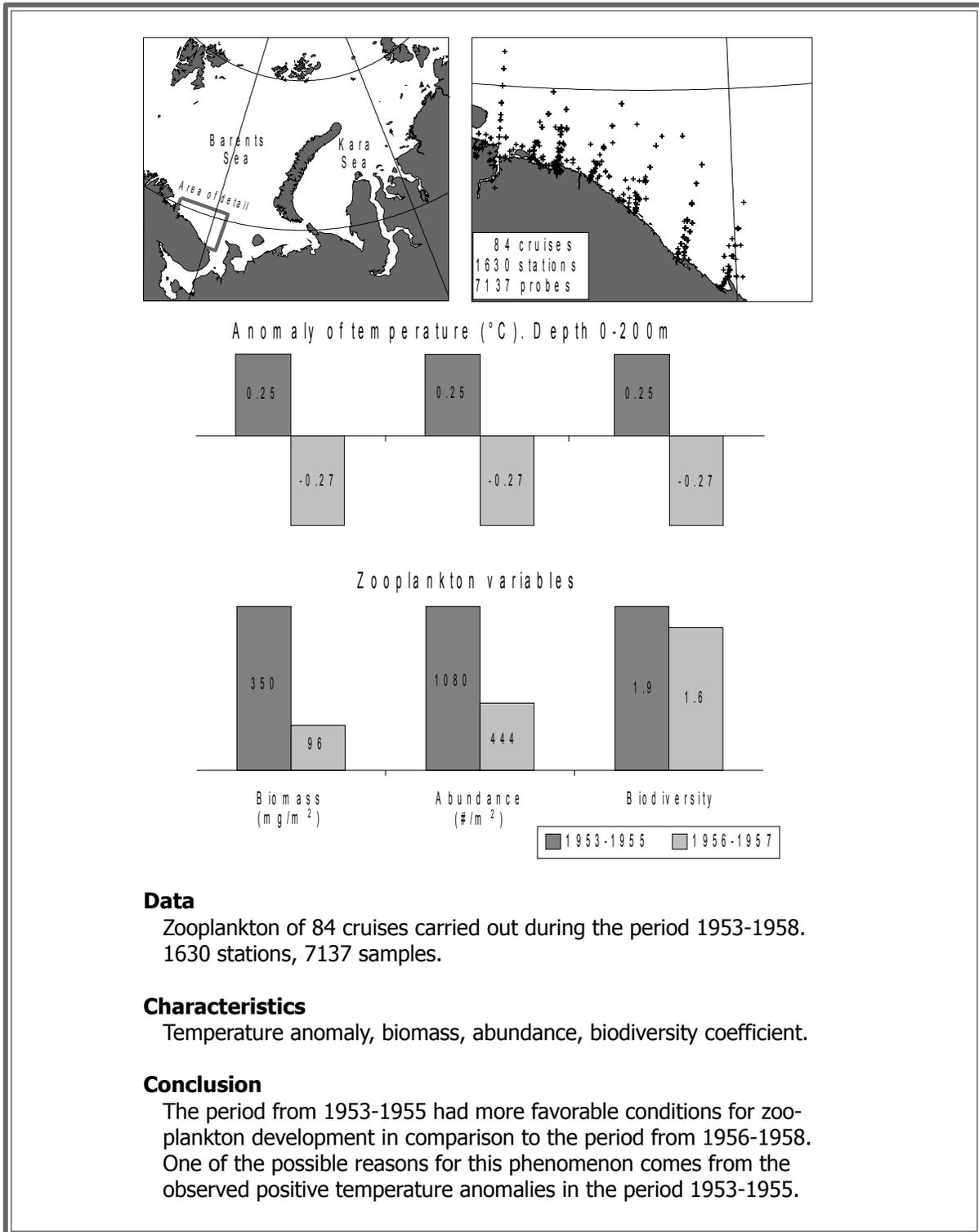


Fig. G4. Zooplankton. Barents Sea. 1953-1955 vs. 1956-1957

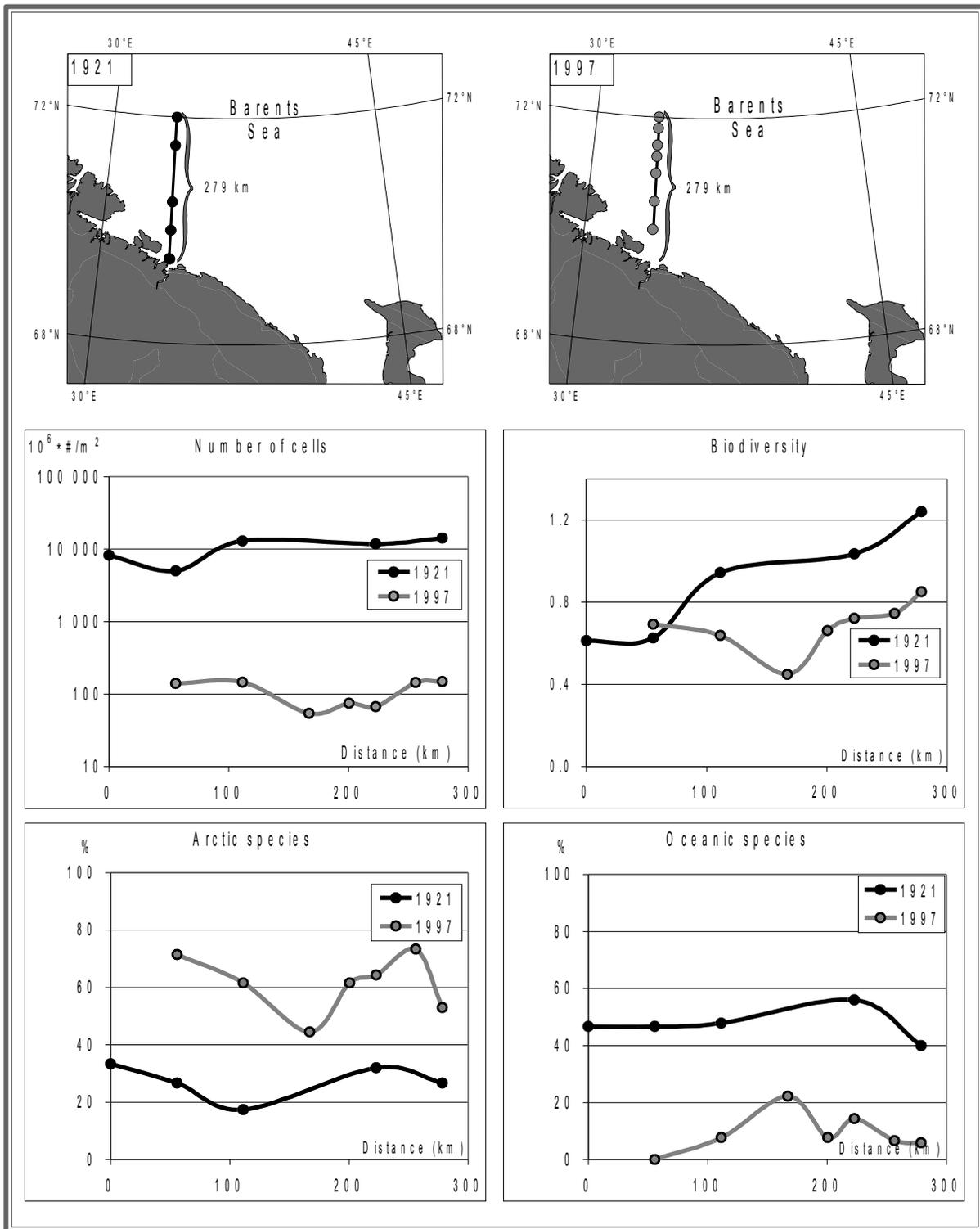


Fig. G5. Phytoplankton. Barents Sea. Kola Section. 1921 vs. 1997

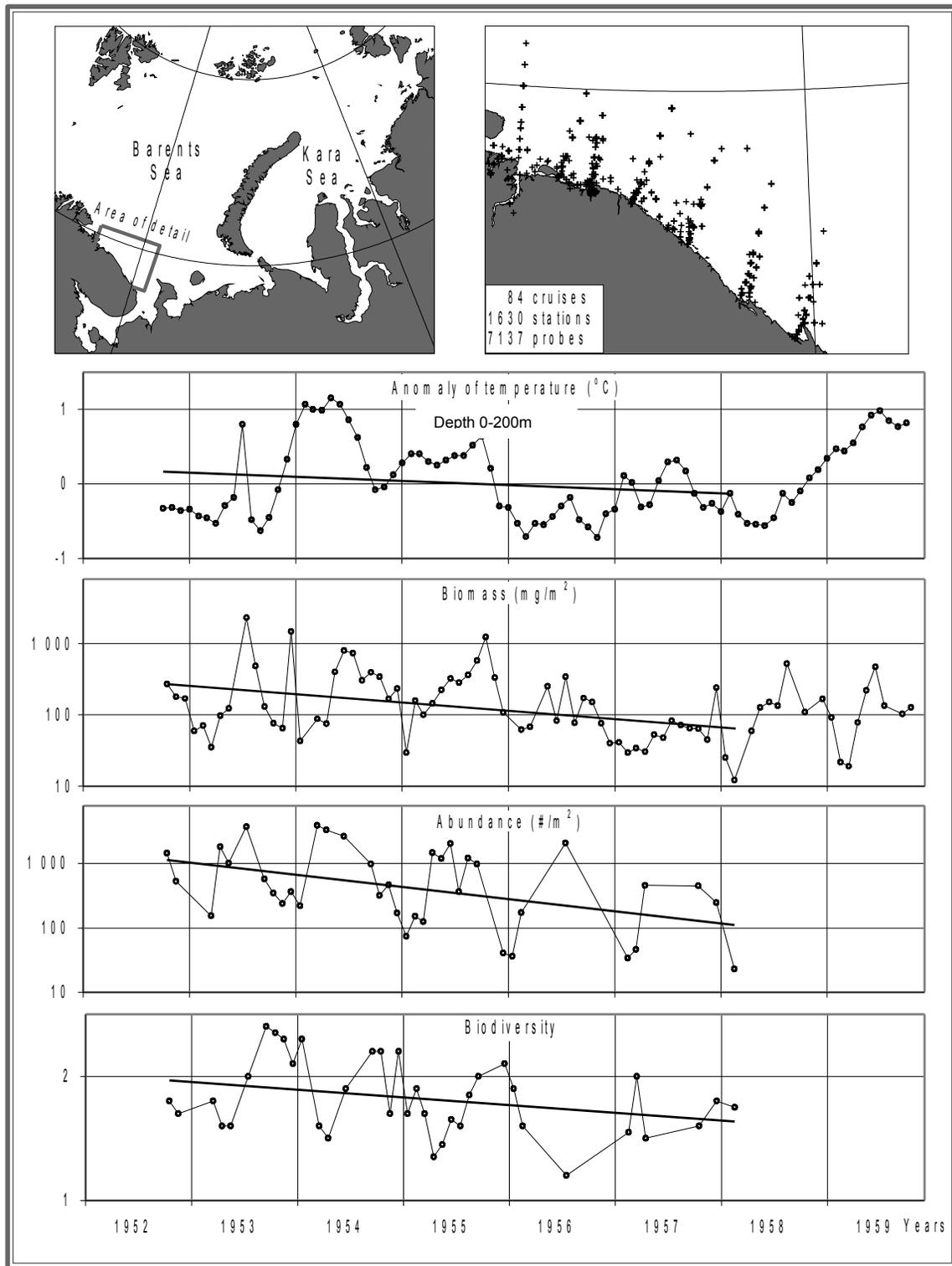


Fig. G6. Zooplankton. Barents Sea. Trends. 1952-1959