

東京およびその近郊の各種汚濁河川から採取した ケイソウの出現様式, 特に相対出現頻度とBOD₅ との関係について

小林 弘*・真山茂樹*・浅井一視**・中村真一***

生物学教室*

(1985年3月30日受理)

KOBAYASI, H., MAYAMA, S., ASAI, K. and NAKAMURA, S.: Occurrence of diatoms collected from variously polluted rivers in Tokyo and its vicinity, with special reference to the correlation between relative frequency and BOD₅. Bull. Tokyo Gakugei Univ. Sect. 4. 37: 21-46 (1985). ISSN 0371-6813

In order to discuss methods by which the water quality assessment will be accurately introduced, the pattern of occurrence of an individual species in variously polluted waters should be clarified. In the present study, 204 samples collected from rivers in Tokyo and its vicinity are analysed and relative frequencies of each species are plotted against BOD₅ values of the waters from which it was collected. The 125 species appearing more than six samples are selected and graphically illustrated. The distribution pattern of dots in these illustrations showed three types: Type A showing expanse to the high BOD₅ value side, Type B showing normal curve with a mode within water quality class II to III, and Type C showing reverse pattern to the Type A. Among 125 species presented, six species show Type A, twenty-one species show Type B and fourteen species show Type C occurrences in typical. (in Japanese)

KEY WORDS: BOD₅, diatoms, diatom indicator, relative frequency, water pollution, water quality assessment

Department of Biology, Tokyo Gakugei University, Koganei-shi, Tokyo 184, Japan

近年河川の水質汚濁にともない、本邦においても従来行われてきた物理化学的水質測定に加えて、様々な生物学的水質判定法が用いられるようになってきた。中でもケイソウを用いた方法は、それが季節を問わずどこにでも出現すること、種の多様性に富み汚濁の程度に応じて異なった種類が出現すること、試料の採集が簡単で費用がかからず、保存も半永久的に可能であることなどの利点を持つことから、最近では広く用いられるようになってきている。反面これらの判定法の基礎となるべきデータ、すなわち、それぞれの分類群が各種の水質の場所にどの様に分布しているか、つまりどの様な頻度で出現するかということを示した報文は少ない。本邦のケイソウに関しては福島他(1974)、福島他(1976)、渡辺他(1982)、村上(1983)などがあのみで、今だ不十分な状況にあると言える。

本研究は財団法人日産科学振興財団学術研究助成金(代表者、渡辺仁治)による研究の一部である。

* 東京学芸大学(〒184 小金井市貫井北町4-1-1)

** 大阪医科大学(〒156 高槻市沢良木町2-41)

*** 東京都環境保全局水質監視課(〒100 千代田区有楽町1-7-1)

生物学的水質判定では、どのような方法を採用するかも大きな問題であるが、そのどれもが種の正しい同定と個々の種類の出現状況を基礎として始めて成立するものである。今回は東京都内およびその近郊の河川から採取した204試料中に出現した計125分類群の出現頻度と、それらが生育していた水域のBOD₅との関係をグラフ化し、各ケイソウの汚濁に対する出現傾向の解明を試みた。

試料と方法

研究に用いた試料は、筆者ら及び東京都環境保全局によって採られたもので、深さ10—20cmの川床にある直径15—20cmの平らな石礫の上表面よりブラシで掻き取ったものである。水深が深く川底が泥や砂であるため、試料採取が困難である地点での試料は、フロートをつけた硬質素焼板を水面下10cmにセットし、2—4週間放置後、付着した藻類を使用した(東京都環境保全局1984a)。以下にこれらの試料の番号、採集年月日、採集地名、BOD₅値をHamm(1969)が定義している水質階級(Wasser Güteklasse)ごとにまとめて示した。BOD₅値は試料を採集した日時のもの、もしくは採集日と同月の他の日に東京都環境保全局(1981, 1983a, 1983b, 1984b)によって測定されたものを使用した。なお*のついている試料は、汽水域より採取されたものである。

水質階級 I / II ($0.5 \leq \text{BOD}_5 < 2$, oligo/ β -mesosaprobic) の水域より得られた試料。なお、以下にK—○○○○とあるのは小林研究室保存試料の番号を、()内の数値はBOD₅値を示す：K—926, 1980年9月29日, 秋川—東秋川橋 ($0.5 \text{mg O}_2 \cdot \text{l}^{-1}$)；K—2016, 1984年8月27日, 多摩川—和田橋 (0.5)；K—917, 1980年7月21日, 秋川—東秋川橋 (0.6)；K—1543, 1982年7月5日, 成木川—落合橋 (0.6)；K—1705, 1983年8月8日, 多摩川—和田橋 (0.6)；K—1564, 1982年10月6日, 成木川—落合橋 (0.7)；K—933, 1980年9月29日, 江戸川—新葛飾橋 (0.8)；K—935, 1980年9月29日, 江戸川—江戸川水門 (0.9)*；K—1711, 1983年8月9日, 秋川—東秋川橋 (0.9)；K—927, 1980年9月29日, 平井川—多西橋 (1.0)；K—1710, 1983年8月8日, 平井川—多西橋 (1.0)；K—1721, 1983年8月12日, 江戸川—新葛飾橋 (1.0)；K—1722, 1983年8月12日, 江戸川—江戸川水門 (1.0)；K—1013, 1980年12月8日, 秋川—東秋川橋 (1.2)；K—1605, 1982年12月9日, 成木川—落合橋 (1.2)；K—1659, 1983年3月3日, 成木川—両郡橋 (1.2)；K—1714, 1983年8月9日, 浅川—北浅川橋 (1.2)；K—2021, 1984年8月28日, 平井川—多西橋 (1.2)；K—2022, 1984年8月27日, 秋川—東秋川橋 (1.2)；K—928, 1980年9月29日, 浅川—北浅川橋 (1.4)；K—1016, 1980年12月8日, 江戸川—新葛飾橋 (1.4)；K—1056, 1981年2月12日, 秋川—東秋川橋 (1.4)；K—1542, 1982年7月8日, 成木川—両郡橋 (1.4)；K—1573, 1982年10月10日, 成木川—両郡橋 (1.4)；K—1712, 1983年8月9日, 谷地川—多摩川合流点前 (1.4)；K—1303, 1981年9月25日, 江戸川—浦安橋 (1.5)*；K—915, 1980年7月21日, 浅川—北浅川橋 (1.6)；K—1305, 1981年9月25日, 中川—葛西小橋 (1.6)*；K—2018, 1984年8月27日, 多摩川—拝島橋 (1.7)；K—1906, 1984年2月28日, 平井川—多西橋 (1.8)；K—1723, 1983年8月12日, 江戸川—浦安橋 (1.9)*；以上31試料(うち汽水産試料4)。

水質階級 II ($2 \leq \text{BOD}_5 < 4$, β -mesosaprobic) の水域より得た試料：K—932, 1980年9月29日, 谷地川—多摩川合流点前 (2.0)；K—1011, 1980年12月8日, 浅川—北浅川橋 (2.0)；

K-1304, 1981年9月24日, 中川一飯塚橋 (2.0)*; K-1907, 1984年2月28日, 秋川一東秋川橋 (2.1); K-1308, 1981年10月21日, 荒川一葛西橋 (2.2)*; K-1658, 1983年3月3日, 成木川一落合橋 (2.2); K-1197, 1981年6月18日, 荒川一葛西橋 (2.4)*; K-1606, 1982年12月9日, 成木川一両郡橋 (2.4); K-1901, 1984年2月24日, 多摩川一和田橋 (2.4); K-912, 1980年7月21日, 江戸川一江戸川水門 (2.5)*; K-1012, 1980年12月8日, 江戸川一江戸川水門 (2.5)*; K-1066, 1981年2月12日, 平井川一多西橋 (2.5); K-1707, 1983年8月9日, 多摩川一拝島橋 (2.5); K-1017, 1980年12月8日, 平井川一多西橋 (2.6); K-1194, 1981年6月25日, 中川一葛西小橋 (2.6)*; K-1427, 1981年12月23日, 荒川一葛西橋 (2.6)*; K-1569, 1982年10月28日, 古川一金杉橋 (2.6)*; K-911, 1980年7月21日, 江戸川一新葛西橋 (2.7); K-1192, 1981年6月25日, 江戸川一浦安橋 (2.7)*; K-1420, 1981年12月3日, 江戸川一浦安橋 (2.7)*; K-1307, 1981年10月21日, 荒川一堀切橋 (2.8)*; K-1713, 1983年8月9日, 残堀川一多摩川合流点前 (3.0); K-914, 1980年7月21日, 谷地川一多摩川合流点前 (3.1); K-1599, 1982年12月20日, 目黒川一太鼓橋 (3.1)*; K-1418, 1981年12月3日, 中川一葛西小橋 (3.2)*; K-1545, 1982年7月28日, 古川一金杉橋 (3.2)*; K-1898, 1984年3月12日, 江戸川一新葛飾橋 (3.3); K-2015, 1984年9月11日, 江戸川一浦安橋 (3.3)*; K-1439, 1982年3月24日, 荒川一葛西橋 (3.4)*; K-1424, 1981年12月22日, 隅田川一両国橋 (3.5)*; K-1571, 1982年10月14日, 立会川一立会川橋 (3.5)*; K-1766, 1983年8月9日, 南浅川一水無瀬橋 (3.5); K-1563, 1982年10月4日, 鶴見川一麻生橋 (3.6); K-1598, 1982年12月20日, 古川一金杉橋 (3.6)*; K-1903, 1984年3月1日, 多摩川一拝島橋 (3.6); K-2025, 1984年8月27日, 浅川一北浅川橋 (3.6); K-2028, 1984年8月28日, 程久保川一多摩川合流点前 (3.6); K-1080, 1981年2月12日, 江戸川一新葛飾橋 (3.7); K-2013, 1984年9月11日, 江戸川一新葛飾橋 (3.9); 以上39試料 (うち汽水産試料19)。

水質階級Ⅱ / Ⅲ ($4 \leq BOD_5 < 7$, β / α - mesosaprobic) 水域より得た試料: K-1311, 1981年9月29日, 程久保川一多摩川合流点前 (4.0); K-1538, 1982年7月5日, 鶴見川一麻生橋 (4.1); K-2024, 1984年8月28日, 残堀川一多摩川合流点前 (4.1); K-918, 1980年7月21日, 平井川一多西橋 (4.2); K-1717, 1983年8月8日, 程久保川一多摩川合流点前 (4.2); K-2014, 1984年9月11日, 江戸川一江戸川水門 (4.2); K-1199, 1981年6月25日, 隅田川一両国橋 (4.3)*; K-1423, 1981年12月2日, 中川一飯塚橋 (4.3)*; K-1434, 1982年3月24日, 隅田川一両国橋 (4.3)*; K-1196, 1981年6月18日, 荒川一堀切橋 (4.5)*; K-1426, 1981年12月2日, 隅田川一小台橋 (4.6)*; K-1433, 1982年3月24日, 江戸川一浦安橋 (4.6)*; K-1603, 1982年12月13日, 鶴見川一麻生橋 (4.6); K-1899, 1984年3月12日, 江戸川一江戸川水門 (4.6); K-1062, 1981年2月12日, 江戸川一江戸川水門 (4.7)*; K-1431, 1982年3月24日, 中川一葛西小橋 (4.7)*; K-1900, 1984年3月12日, 江戸川一浦安橋 (4.9)*; K-1650, 1983年3月14日, 神田川一柳橋 (5.0)*; K-1060, 1981年2月12日, 浅川一北浅川橋 (5.2); K-1715, 1983年8月9日, 浅川一高幡橋 (5.2); K-929, 1980年9月29日, 南浅川一水無瀬橋 (5.3); K-2019, 1984年8月28日, 多摩川一多摩川原橋 (5.4); K-2029, 1984年8月28日, 大栗川一多摩川合流点前 (5.4); K-930, 1980年9月29日, 浅川一高幡橋 (5.6); K-1312, 1981年9月29日, 大栗川一多摩川合流点前 (5.6); K-1600, 1982年12月21日, 立会川一立会川橋 (5.6)*; K-1709, 1983年8月9日, 多摩川一田園調布堰上 (5.7); K-1570, 1980年10月22日, 神田川一柳橋 (5.8)*; K-1597, 1982年12月20日, 神田川一柳橋 (5.8)*; K-913, 1980年7月21日, 浅川一高幡橋 (5.9); K-925, 1980年9月29日, 野川一多摩川合

流点前 (6.1); K-2020, 1984年8月28日, 多摩川一田園調布堰上 (6.2); K-2023, 1984年8月27日, 谷地川一多摩川合流点前 (6.2); K-1310, 1981年9月29日, 残堀川一多摩川合流点前 (6.3); K-1015, 1980年12月8日, 野川一多摩川合流点前 (6.4); K-1652, 1983年3月14日, 目黒川一太鼓橋 (6.6)*; K-924, 1980年9月29日, 仙川一鎌田橋 (6.7); K-1198, 1981年6月18日, 隅田川一小台橋 (6.7)*; K-1442, 1982年3月23日, 隅田川一小台橋(6.7)*; K-1018, 1980年12月8日, 谷地川一多摩川合流点前 (6.9); K-1309, 1981年9月24日, 新河岸川一志茂橋 (6.9); K-1551, 1982年6月25日, 目黒川一太鼓橋(6.9)*; 以上42試料 (うち汽水産試料17)。

水質階級Ⅲ ($7 \leq \text{BOD}_5 < 13$, α -mesosaprobic) の水域より得た試料: K-1718, 1983年8月8日, 大栗川一多摩川合流点前 (7.0); K-909, 1980年7月21日, 南浅川一水無瀬橋(7.1); K-1708, 1983年8月8日, 多摩川一多摩川原橋 (7.1); K-1429, 1981年12月2日, 新河岸川一志茂橋 (7.2); K-2026, 1984年8月27日, 浅川一高幡橋 (7.2); K-1421, 1981年12月4日, 大栗川一多摩川合流点前 (7.5); K-1904, 1984年2月24日, 多摩川一多摩川原橋(8.1); K-1910, 1984年3月1日, 浅川一北浅川橋 (8.2); K-1079, 1981年2月12日, 谷地川一多摩川合流点前 (8.3); K-1200, 1981年6月18日, 新河岸川一志茂橋 (8.3); K-1547, 1982年6月30日, 神田川一柳橋 (8.6)*; K-1905, 1984年2月24日, 多摩川一田園調布堰上(8.6); K-1562, 1982年10月5日, 黒目川一都県境 (8.7); K-1202, 1981年6月25日, 程久保川一多摩川合流点前 (8.8); K-1719, 1983年8月9日, 野川一多摩川合流点前 (8.8); K-1425, 1981年12月4日, 程久保川一多摩川合流点前 (9.0); K-1544, 1982年6月30日, 石神井川一豊石橋 (9.1); K-1541, 1982年7月6日, 柳瀬川一清柳橋 (9.3); K-1654, 1983年3月14日, 内川一富士見橋(9.4)*; K-1201, 1981年6月25日, 残堀川一多摩川合流点前 (9.5); K-1720, 1983年8月9日, 仙川一鎌田橋(9.6); K-1550, 1982年6月25日, 内川一富士見橋(10)*; K-1566, 1982年10月5日, 柳瀬川一清柳橋 (10); K-1656, 1983年3月1日, 鶴見川一麻生橋 (10); K-1071, 1981年2月12日, 野川一多摩川合流点前 (11); K-1432, 1982年3月23日, 中川一飯塚橋 (11)*; K-1572, 1982年11月19日, 石神井川一豊石橋 (11); K-2027, 1984年8月27日, 南浅川一水無瀬橋 (11); K-916, 1980年7月21日, 仙川一鎌田橋(12); K-1010, 1980年12月8日, 南浅川一水無瀬橋 (12); K-1575, 1982年10月14日, 呑川一夫婦橋 (12)*; K-1594, 1982年11月9日, 内川一富士見橋 (12)*; K-1596, 1982年12月23日, 石神井川一豊石橋 (12); K-1609, 1982年12月8日, 黒目川一都県境 (12); K-1908, 1984年2月28日, 谷地川一多摩川合流点前 (12); K-1909, 1984年3月1日, 残堀川一多摩川合流点前 (12); K-1911, 1984年3月1日, 浅川一高幡橋 (12); K-1915, 1984年2月24日, 野川一多摩川合流点前 (12); 以上38地点 (うち汽水産試料6)。

水質階級Ⅲ / Ⅳ ($13 \leq \text{BOD}_5 < 22$, α -meso / polysaprobic) の水域より得た試料: K-1249, 1981年7月8日, 南浅川一八王子市浄水場前 (13); K-1435, 1982年3月12日, 程久保川一多摩川合流点前 (13); K-1440, 1982年3月12日, 大栗川一多摩川合流点前 (13); K-1441, 1982年3月30日, 荒川一堀切橋 (13)*; K-1540, 1982年7月6日, 黒目川一都県境 (13); K-1916, 1984年2月24日, 仙川一鎌田橋 (13); K-1653, 1983年3月14日, 立会川一立会川橋 (14)*; K-1913, 1984年2月24日, 程久保川一多摩川合流点前 (14); K-1306, 1981年9月24日, 綾瀬川一内匠橋 (15)*; K-1437, 1982年3月23日, 新河岸川一志茂橋(15);

K-1539, 1982年7月6日, 空堀川-柳瀬川合流点前 (15); K-1601, 1982年12月21日, 内川-富士見橋 (15)*; K-1607, 1982年12月8日, 柳瀬川-清柳橋 (15); K-1610, 1982年7月5日, 境川-鶴間1号橋 (15); K-2030, 1984年8月28日, 野川-多摩川合流点前 (15); K-910, 1980年7月21日, 野川-多摩川合流点前 (16); K-1203, 1981年6月30日, 大栗川-多摩川合流点前 (16); K-1574, 1982年10月5日, 空堀川-柳瀬川合流点前 (16); K-2031, 1984年8月28日, 仙川-鎌田橋 (16); K-1548, 1982年6月25日, 立会川-立会川橋 (17)*; K-1008, 1980年12月8日, 浅川-高幡橋 (18); K-1076, 1981年2月12日, 仙川-鎌田橋 (18); K-1565, 1982年10月4日, 境川-鶴間1号橋 (18); K-1914, 1984年2月24日, 大栗川-多摩川合流点前 (19); K-1097, 1981年5月23日, 南浅川-北浅川合流点前 (20); K-1428, 1981年12月9日, 残堀川-多摩川合流点前 (20); K-1602, 1982年12月21日, 呑川-夫婦橋 (20)*; K-1245, 1981年10月16日, 南浅川-横山橋下流100m (21); K-1549, 1982年6月25日, 呑川-夫婦橋 (21)*; 以上29地点 (うち汽水産試料7)。

水質階級IV ($BOD_5 > 22$, polysaprobic) の水域より得た試料: K-799, 1980年5月14日, 柳瀬川-新柳瀬橋 (22); K-1660, 1983年3月7日, 柳瀬川-清柳橋 (22); K-1052, 1981年2月12日, 浅川-高幡橋 (22); K-955, 1980年11月14日, 南浅川-八王子市浄水場前(23); K-1073, 1981年2月12日, 南浅川-水無瀬橋 (23); K-714, 1980年3月1日, 南浅川-八王子市浄水場前 (24); K-1014, 1980年12月8日, 仙川-鎌田橋 (25); K-1567, 1982年10月22日, 白子川-落合橋 (25); K-716, 1980年3月7日, 柳瀬川-新柳瀬橋 (26); K-1655, 1983年3月14日, 呑川-夫婦橋 (28)*; K-793, 1980年5月7日, 恩田川-八十橋(29); K-1096, 1980年5月23日, 南浅川-八王子市浄水場上流100m (30); K-1662, 1983年3月7日, 黒目川-都県境 (33); K-996, 1980年11月30日, 柳瀬川-新柳瀬橋 (36); K-1419, 1981年12月2日, 綾瀬川-内匠橋 (37)*; K-1657, 1983年3月1日, 境川-鶴間1号橋(37); K-717, 1980年3月16日, 空堀川-柳瀬川合流点前 (38); K-1146, 1981年7月8日, 南浅川-東横山橋下流40m (38); K-961, 1980年11月16日, 空堀川-柳瀬川合流点前(39); K-1608, 1982年12月8日, 空堀川-柳瀬川合流点前 (44); K-756, 1980年4月9日, 仙川-小金井郵便局前 (46); K-1438, 1982年3月23日, 綾瀬川-内匠橋 (50)*; K-1546, 1982年6月30日, 白子川-落合橋 (54); K-1661, 1983年3月7日, 空堀川-柳瀬川合流点前 (67); K-798, 1980年5月14日, 空堀川-柳瀬川合流点前 (79); 以上25試料 (うち汽水産試料3)。

採取した試料は10%ホルマリンで固定した後, 重クロム酸カリウムとともに硫酸中で加熱処理し, 蒸留水で洗浄した。これをプルーラックスに封入し, 顕微鏡で600殻以上を計数し, 各分類群の出現頻度を求めた。

上記の試料における各分類群の出現頻度は, すでにそのほとんどが報告されている (小林・真山, 1981; Kobayasi and Mayama, 1982; 東京都環境保全局, 1982, 1983c, 1984, 1985)。しかし, これらの報文の出版後に学名の変ったものが幾つか生じてきている。そこで今回はそれらの修正を行い, さらに幾つかの試料より得たデータを新しく加え, これらの全試料について, その6試料以上に出現した分類群の出現頻度と BOD_5 の値をグラフに表示した。グラフの縦軸には出現頻度を, 横軸には BOD_5 の値を, それぞれ対数でとった。

結果と考察

Figs 1—125 に各分類群の BOD₅と出現頻度の関係を示した。グラフ中の黒丸は淡水産試料から、また×印は汽水産試料から得られた値である。またグラフ中に引かれてある縦方向の点線は、Hamm (1969) の定義した水質階級, I, I / II, II, II / III, III, III / VI, IV の 6 区分を示し、横に引いた点線は出現頻度 1% を示している。ケイソウ殻の計数は、種類ごとに行い、総数 600 殻以上に達するまで行ったが、これらの中には 1 殻、または 2 殻という低頻度で出現した分類群も多く含まれていた。このような種類は、それらが水質の異なる上流部のある地点から流下してきた可能性が考えられる上、たとえ、そこで生育していたものであっても、調査した時点において実際に活発に生育していたとは云えないと思われる。そこで今回は 1% を目安とし、それ以上の出現をしていたものについてのみ、考察を加えることにした。グラフの 1% のところに引かれた点線は、そのためのガイドラインである。

今回示したグラフにおいて、出現試料数が多く、しかも試料中の出現頻度が比較的高い分類群については、水質階級に対する出現頻度の傾向を、明瞭な 3 つのタイプとして読み取ることができた。すなわち、水質階級 IV においても 1% 以上の出現頻度を示す試料が存在し、この水質階級においても活発に生育をしていると考えられる種類が、その一つである。これらの種類は汚濁が進むにつれて高い頻度で出現する傾向にあり、グラフにおけるドットの集合は右上がりの形となる (Fig. 126)。このような特性を持つ分類群をタイプ A とする。

水質階級 III あるいは III / IV までは活発な生育が認められるが、それ以上汚濁が進むと出現頻度は 1% 以下になり、活発に生育をしないと思われる種類をタイプ B とする。これに属する種類は、水質階級 II から III / IV の間で高い頻度で出現する。グラフにおけるドットの集合は、程度の差があるにせよ水質階級 II / III 前後でピークを持つ山型になる (Fig. 127)。

タイプ C としたものは、水質階級 II、あるいは II / III までは活発な生育が認められるが、III 以上の水域では活発な生育が認められない分類群である。これらは汚濁に対し、敏感に出現頻度を下げる傾向にあり、ドットの集合は右下がりの形をとる (Fig. 128)。

タイプ A とした典型的なものには以下の 6 分類群がある：*Achnanthes minutissima* v. *saprophila* Kob. & Mayam. (Fig. 24), *Gomphonema parvulum* (Kütz.) Kütz. v. *parvulum* (Fig. 52), *Navicula minima* Grun. v. *minima* (Fig. 73), *Navicula seminulum* Grun. v. *seminulum* (Fig. 85), *Nitzschia palea* (Kütz.) W. Sm. v. *palea* (Fig. 109), *Pinnularia braunii* v. *amphicephala* (Mayer) Hust. (Fig. 114)。

タイプ B とした典型的なものには以下の 21 分類群がある：*Cyclotella atomus* Hust. (Fig. 1), *Cyclotella meneghiniana* Kütz. v. *meneghiniana* (Fig. 3), *Skeletonema costatum* (Grev.) Cl. v. *costatum* (Fig. 12), *Stephanodiscus invisitatus* Hohn & Hell. (Fig. 13), *Amphora* aff. *actiuscula* Kütz. v. *actiuscula* (Fig. 26), *Amphora submontana* Hust. (Fig. 30), *Amphora* sp. 1 (Fig. 31), *Fragilaria capucina* v. *vaucheriae* (Kütz.) Lange-B. (Fig. 43), *Gomphonema* aff. *pseudoaugur* Lange-B. (Fig. 53), *Navicula gregaria* Donk. v. *gregaria* (Fig. 68), *Navicula neoventricosa* Hust. (Fig. 77), *Navicula pupula* Kütz. v. *pupula* (Fig. 80), *Navicula salinalum* Grun. v. *salinalum* (Fig. 83), *Navicula sapophila* Lange-B. (Fig. 84), *Navicula subminuscula* Mang. (Fig. 86), *Navicula tenera* Hust. (Fig. 88), *Nitzschia amphibia* Grun. v. *amphibia* (Fig. 96), *Nitzschia filiformis* (W. Sm.) V. H. v. *filiformis* (Fig. 100), *Surirella angusta* Kütz. v. *angusta* (Fig. 118), *Synedra tabulata* (Ag.) Kütz. v. *tabulata* (Fig. 123), *Synedra ulna* (Nitz.)

Ehr. v. *ulna* (Fig. 124).

タイプCとした典型的なものには以下14の分類群がある: *Melosira varians* Ag. v. *vari-ans* (Fig. 11), *Achnanthes convergens* Kob. (Fig. 16), *Achnanthes minutissima* Kütz. v. *minutissima* (Fig. 23), *Cocconeis pediculus* Ehr. v. *pediculus* (Fig. 33), *Cocconeis placentula* Ehr. v. *placentula* (Fig. 34), *Cymbella sinuata* Greg. v. *sinuata* (Fig. 37), *Gomphonema minutum* (Ag.) Ag. (Fig. 51), *Gomphonema quadripunctatum* (Östr.) Wisl. v. *quadripunctatum* (Fig. 55), *Navicula capitatoradiata* Germ. (Fig. 60), *Navicula exilis* Kütz. v. *exilis* (Fig. 66), *Navicula viridula* v. *rostellata* (Kütz.) Cl. (Fig. 94), *Navicula viridula* v. *rostrata* Skv. (Fig. 95), *Rhoicosphenia abbreviata* (Ag.) Lange-B. (Fig. 117), *Synedra inaequalis* Kob. (Fig. 121).

本邦の強腐水河川(水質階級Ⅳ)に出現するケイソウについては、筆者のうちの小林と真山がすでに報告を行っている(Kobayasi and Mayama 1982)。しかし、この報文中で扱われた試料の数は10と少なかった。今回は水質階級Ⅳからの試料は25に増え、さらにより汚濁の低い水域からも多数試料が得られたため、その報文中で述べられた12分類群の生態学的特性が、さらに明らかになった。

Achnanthes minutissima v. *saprophila* Kob. & Mayam. に関しては、新変種の記載の出版後、多摩川と南浅川の2河川において、承名変種との生態学的特性の相異が詳細に調べられたが(Mayama and Kobayasi 1984)、今回の多数の河川から得られた試料のデータもまた、2変種の出現特性が、汚濁に対して全く異っていることを示した(Figs 23, 24)。すなわち、承名変種は汚濁の進行とともに出現頻度が下がるタイプCのものであるのに対し、v. *saprophila* はこれとは全く逆の性質を示すタイプAのものであった。また南浅川の水質階級Ⅰ/ⅡおよびⅡの水域では、本種はほとんど出現していなかったが、今回の調査では、あまり汚濁の進んでいない水域にも10%以下の頻度ではあるが、出現していることが確かめられた。

Gomphonema parvulum (Kütz.) Kütz. v. *parvulum* も汚濁の進行にともない、水質階級Ⅰ/ⅡからⅣまでの各BOD₅値における最高出現頻度が上昇していく種類、すなわちタイプAのものであった(Fig. 52)。しかし本種はBOD₅が40以上になると急激に出現頻度が下がっていた。

Navicula atomus (Kütz.) Grun. v. *atomus* は、水質階級Ⅳで最高出現頻度を示した種類でBOD₅が32という高い値においても高い頻度で出現していた(Fig. 59)。この性質はタイプAに類似するものである。しかし、水質階級Ⅰ/ⅡやⅡにおいても同様に高い頻度で出現しており、グラフ中のドットの集合は、はっきり右上がりを見せない。Lange-Bertalot and Bonik (1976)は強く汚濁された水域から*N. atomus*と、それより一回りほど小さい相似形の形態をとる*N. permitis* Hust. が出現することを報告している。しかし、真山・小林(1985)のタイプ標本に基づく本邦およびヨーロッパ産の個体群の電顕観察は、光顕ではあたかも異なる分類群のように見えるこれらが、実際は同一分類群内の個体変異であることを明らかにした。今回観察された個体は、光顕では“*permitis*”型に見えるものが大半を占めていたが、これらと*N. atomus* sensu Lange-Bertalot & Bonikの間にはBOD₅に関する分布の上での相異は見られなかった。

Navicula goeppertiana (Bleisch) H. L. Sm. は汽水域の水質階級Ⅳで90%以上の最高出現頻度を記録した種類である。汽水産と淡水産のドットをまとめて見た場合、それは右上がりの集合となり、タイプAに適合する(Fig. 67)。しかし、汽水産を除き、淡水産についてのみ考えると、ドットの分布はBOD₅7にピークを持つ山型となり、それはタイプBに類似するようになる。本種の正確な特性の把握のためには、さらにより多くのデータを集めることが必要

であると思われる。

Navicula minima Grun. v. *minima* と *Navicula seminulum* Grun. v. *seminulum* の形態は、電子顕微鏡ではその条線構造から簡単に区別がつくものの、光顕観察では条線密度の相異が認められるだけであり、極めて類似している (Kobayasi and Mayama 1982, Fig. 6, 7)。しかし、両種の BOD₅ の変化に対応する出現頻度の関係は幾分異っていた (Fig. 73, 85)。両種は共に汚濁の程度が高くなると、出現頻度が高くなる傾向を持ち、水質階級Ⅳにおいても、なお活発に生育をしている点でタイプ A とされるものである。しかし、*N. seminulum* が BOD₅ が 40 以上でも 50% 以上の高い頻度で出現していたのに対し、*N. minima* は水質階級Ⅳになると、すぐさま出現頻度が下がり始め、BOD₅ が 40 以上では出現が観察されなかった (Figs 73, 85)。また、*N. minima* は水質階級Ⅰ / Ⅱ のようなほとんど汚濁されていない水域においても、多くの地点で高い頻度の出現が記録されたが、*N. seminulum* は水質階級Ⅰ / Ⅱ にはあまり出現せず、その出現はⅡ / Ⅲ 以上に集中していた。

Navicula saprophila Lange-B. & Bonik は、水質階級Ⅳにおいては、BOD₅ が 24 までの水域で活発な生育が認められただけであった (Fig. 84)。さらにグラフにおけるドットの集合も水質階級Ⅱ / Ⅲ をピークに持つ山型を示すため、今回は本種をタイプ B のものとした。

Navicula subminuscula Mang. は Kobayasi and Mayama (1982) の報文中で、*N. frugalilis* Hust. の名称で呼んでいたものと同一の分類群である。今回は Lange-Bertalt and Rumrich (1981) のタイプスライドの観察に基づく見解に従った。本種は Kobayasi and Mayama (1982) が述べたように、水質階級Ⅳでは低頻度でしか出現しておらず、活発な生育が見られたのは水質階級Ⅲ / Ⅳ 以下においてであった (Fig. 86)。グラフ上のドットの集合は、水質階級Ⅲ になだらかなピークを持つ山型を示しており、本種はタイプ B に属するものである。

Navicula veneta Kütz. v. *veneta* は、水質階級Ⅳの水域において、2 つの試料中に 3% 台の頻度で出現している (Fig. 93)。しかしその出現は、1% 以下のものも含め、Ⅲ / Ⅳ 以下に多く認められ、最高出現頻度もⅢ で記録されている。本種の生態学的特性を言及するためには、さらに多くのデータを必要とするように思われる。

Nitzschia gandersheimiensis Krasske は 1% 以下の出現頻度のものを含めて考えると、汚濁の進行とともに出現頻度が水質階級Ⅳまで漸次高まっていくように思われる (Fig. 102)。このような出現特性はタイプ A のものであるが、この種もより正確な特性把握のためには、さらに詳細な調査を必要とするものである。

Nitzschia palea (Kütz.) W. Sm. v. *palea* は、調査の対象となった水質階級Ⅰ / Ⅱ からⅣまでの全ての水域に高頻度で出現できた種類である (Fig. 109)。汚濁が進むにつれ、出現頻度は高くなる傾向を示し、水質階級Ⅱ / Ⅲ 以上では 50% 以上の頻度を示す試料がどの階級にも存在した。水質階級Ⅳにおいては、汽水産の 1 試料を除き全ての試料において、1% 以上の出現をしていた。このため、グラフ中のドットの集合は、右下を欠く右上がりの形をとるが、本種もタイプ A に含めた。

Pinnularia baunii v. *amphiccephala* (Mayer) Hust. はほとんど汚濁されていない水域、すなわち水質階級Ⅰ / Ⅱ からは観察されず、それより汚濁の進んだ水域のみに出現が認められた種類である (Fig. 114)。水質階級Ⅰ / Ⅱ からⅣまでの全ての水域に出現した他のタイプ A とした分類群との比較において、本種の出現状況は特異的であった。

本邦の汚濁河川の水質は、ヨーロッパ大陸の河川と比べ、BOD₅ が高くとも O₂ 濃度があまり下がらないという点で異っている (Kobayasi and Mayama 1982)。さらにケイソウの場合、ヨ

ヨーロッパの河川にはあまり出現していないが, *Pinnularia braunii* v. *amphicephala* のように本邦の河川で頻繁に出現する種類も見られる。それゆえ, ケイソウを用いて水質判定を行う場合は, 本邦産のケイソウの汚濁に対する特性に従わなければならない。このための各ケイソウに対する性質づけ, あるいは判定法で用いられるさまざまな, ケイソウのグループへの割振りは経験によって行われるべきでなく, 他の研究者がその妥当性を検証できるよう, データを提示したうえで行われるべきものである。本邦におけるケイソウを用いた水質判定法を, より良いものとするためにも, ケイソウと水質に関するデータの蓄積が, 一層必要であると思われる。

謝 辞

本研究にあたり, 検鏡, 個体計数などにおいて終始暖かい協力を下さった日本歯科大学生物学教室の南雲保氏, ならびに東京学芸大学生物学教室小林研究室の上山 敏氏をはじめとする出井雅彦, 長田敬五, 加藤一南雲久美子, 野沢一田中美智子, 猿渡厚史, 須永 智の各氏に対し, 厚くお礼申しあげる。

引用文献

- 福島 博・福島 悟・小林艶子. 1974. 附着藻の優占的な種とそれらのみられる水域のBOD値. 日水処理生物誌 10: 21—25.
- 福島 博・小林艶子・堺好 雄・平本俊明・福島 悟. 1976. 附着藻とそれらのみられる水域のBODとCOD値(1). 日水処理生物誌12: 16—21.
- Hamm, A. 1969. Die Ermittlung der Gewässergüteklassen bei Fließgewässern nach dem Gewässergütesystem und Gewässergütemogramm. Münchner Beitr. Abwasser-Fischerei u. Fluss-biol. 15: 46—48.
- 小林 弘・真山茂樹. 1981. 強腐水域でのケイ藻による水質判定の検討. 用水と廃水23: 1190—1198.
- Kobayasi, H. and Mayama, S. 1982. Most pollution-tolerant diatoms of severely polluted rivers in the vicinity of Tokyo. Jap. J. Phycol. 30: 188—196.
- Lange-Bertalot, H. and Bonik, K. 1976. Massenentwicklung bisher seltener und unbekannter Diatomeen als Indikator starker Abwasserbelastung in Flüssen. Arch. Hydrobiol. Suppl. 49: 303—332.
- Lange-Bertalot, H. and Rumrich, U. 1981. The taxonomic identity of some ecologically important small Naviculae. 135—153. In Ross, R. (ed.), Proceedings of the sixth symposium on recent and fossil diatoms. O. Koeltz, Koenigstein.
- Mayama, S. and Kobayasi, H. 1984. The separated distribution of the two varieties of *Achnanthes minutissima* Kütz. according to the degree of river water pollution. Jap. J. Limnol. 45: 304—312.
- 真山茂樹・小林 弘. 1985. *Navicula atomus* (Kütz.) Grun. の種の範囲について. 藻類 33: 92—93.
- 村上哲夫. 1983. 名古屋市内の汚濁河川に優占的な珪藻類. 名古屋市公害研究所報 1983(13): 121—131.
- 東京都環境保全局. 1981. 昭和55年度都内河川・内湾の水質測定結果. 東京都環境保全局水質保全

- 部, 東京.
- 東京都環境保全局. 1982. 昭和55年度水生生物実態調査結果(中間報告). 東京都環境保全局水質保全部水質監視課, 東京.
- 東京都環境保全局. 1983a. 昭和56年度都内河川・内湾の水質測定結果. 東京都環境保全局水質保全部, 東京.
- 東京都環境保全局. 1983b. 昭和57年度公共用水の水質測定結果. 東京都環境保全局水質保全部, 東京.
- 東京都環境保全局. 1983c. 昭和56年度水生生物調査結果(中間報告その2). 東京都環境保全局水質保全部水質監視課, 東京.
- 東京都環境保全局. 1984a. 昭和57年度水生生物調査結果(中間報告その3). 東京都環境保全局水質保全部水質監視課, 東京.
- 東京都環境保全局. 1984b. 昭和58年度公共用水の水質測定結果. 東京都環境保全局水質保全部, 東京.
- 東京都環境保全局. 1985. 昭和57年度水生生物調査結果. 東京都環境保全局水質保全部水質監視課, 東京.
- 渡辺仁治・浅井一視・角谷晴世・藤平 緑. 1982. 附着珪藻群集を構成する各taxonの汚濁スペクトラム. 34—43. 渡辺仁治編, 環境科学研究報告集 B121—R12—10 実験水路による底生物の環境指標性の研究. 文部省, 東京.

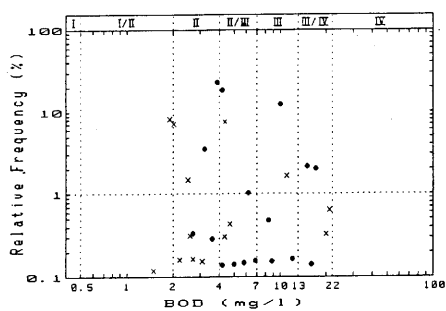


Fig. 1 *Cyclotella atomus* Hust.

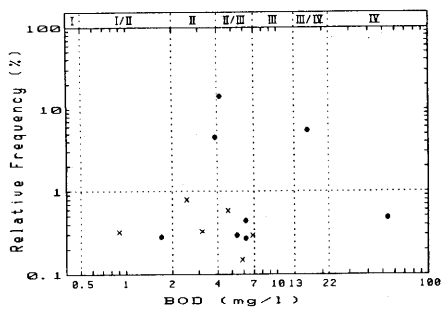


Fig. 2 *Cyclotella cryptica* Reim. et al.

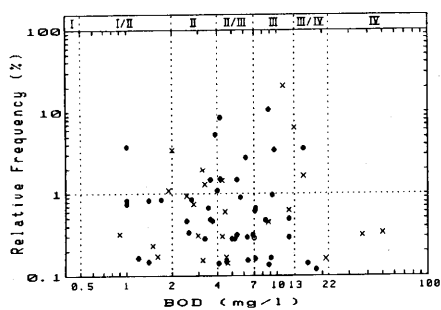


Fig. 3 *Cyclotella meneghiniana* Kütz. v. *meneghiniana*

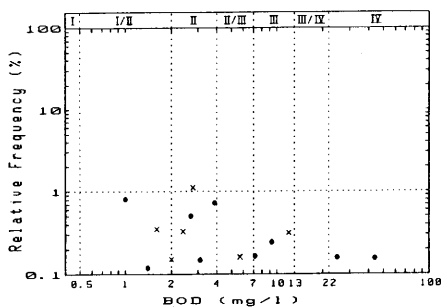


Fig. 4 *Cyclotella pseudostelligera*

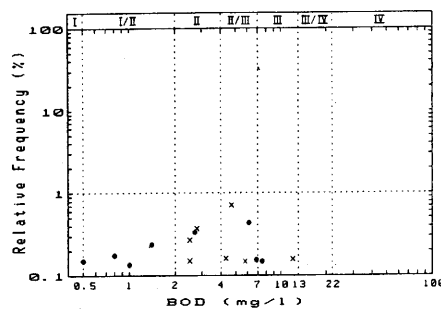


Fig. 5 *Cyclotella stelligera* Cl. & Grun. v. *stelligera*

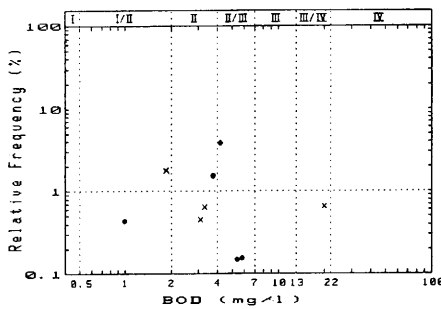


Fig. 6 *Cyclotella stelligera* v. *tenuis* Hust.

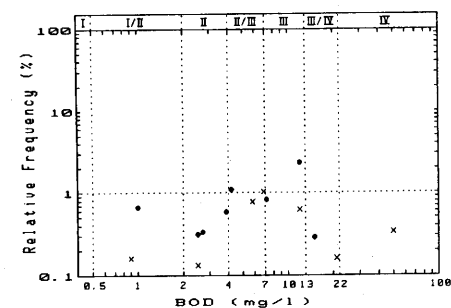


Fig. 7 *Melosira ambigua* (Grun.) O. Müll. v. *ambigua*

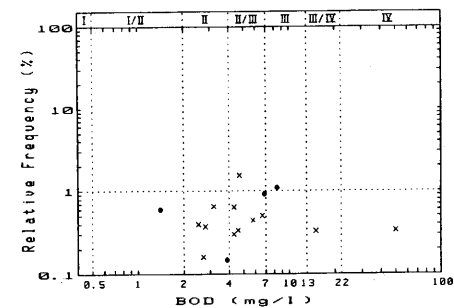


Fig. 8 *Melosira distans* v. *alpigena* Grun.

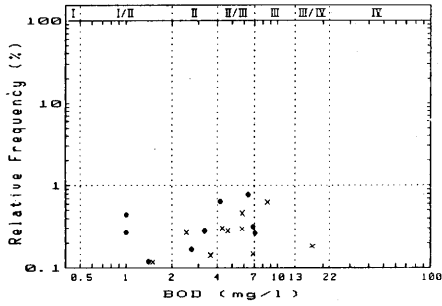


Fig. 9 Melosira granulata (Ehr.) Ralfs v. granulata

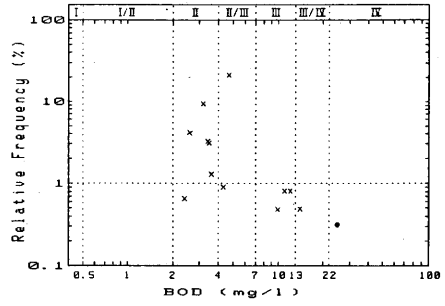


Fig. 10 Melosira nummuloides (Dillw.) Ag. v. nummuloides

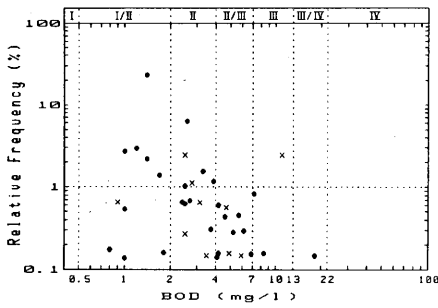


Fig. 11 Melosira varians Ag. v. varians

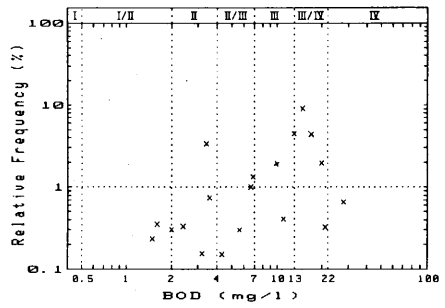


Fig. 12 Skeletonema costatum (Grev.) Cl. v. costatum

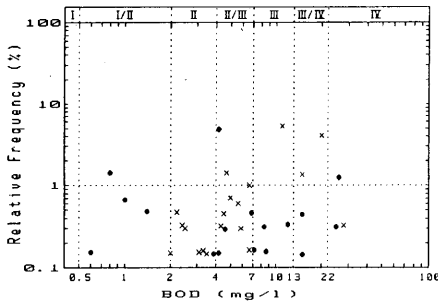


Fig. 13 Stephanodiscus invisitatus Hohn & Hell.

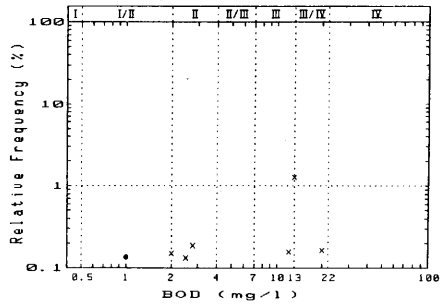


Fig. 14 Thalassiosira brama-putrae (Ehr.) Håk. & Lock.

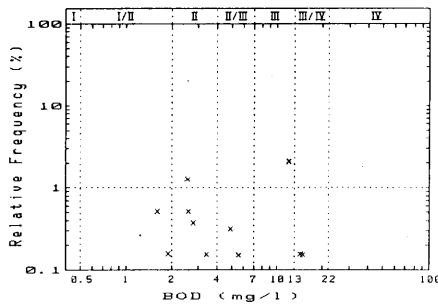


Fig. 15 Achnanthes brevipes v. intermedia (Kütz.) Cl.

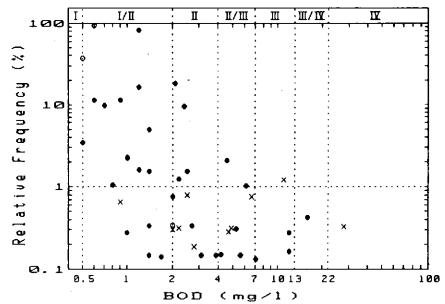


Fig. 16 Achnanthes convergens Kob.

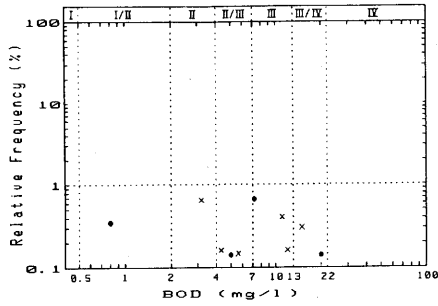


Fig. 17 *Achnanthes delictula* (Kütz.) v. *delicatula*

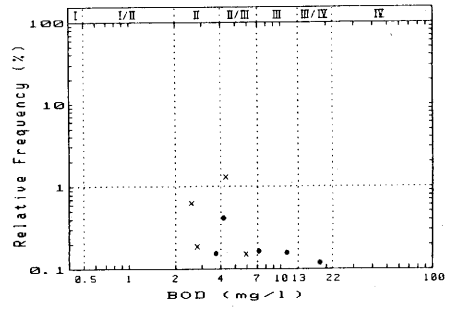


Fig. 18 *Achnanthes exigua* Grun. v. *exigua*

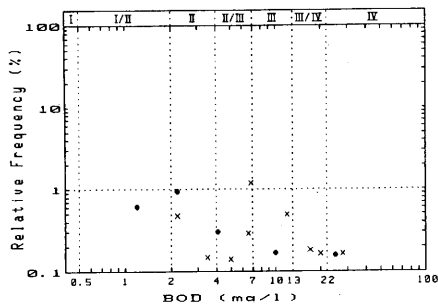


Fig. 19 *Achnanthes hauckiana* Grun. v. *hauckiana*

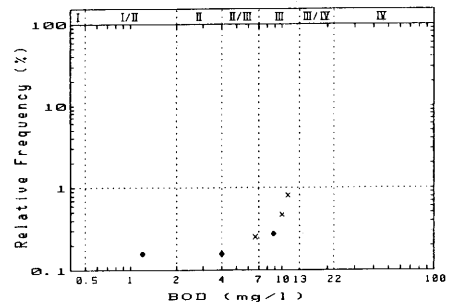


Fig. 20 *Achnanthes hungarica* (Grun.) Grun. v. *hungarica*

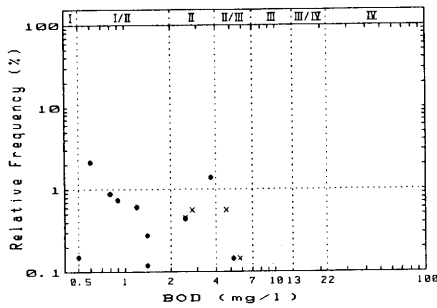


Fig. 21 *Achnanthes japonica* Kob.

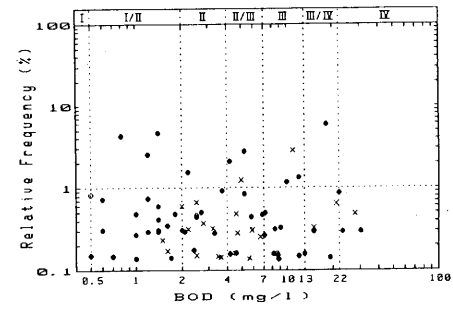


Fig. 22 *Achnanthes lanceolata* (Bréb.) Grun. v. *lanceolata*

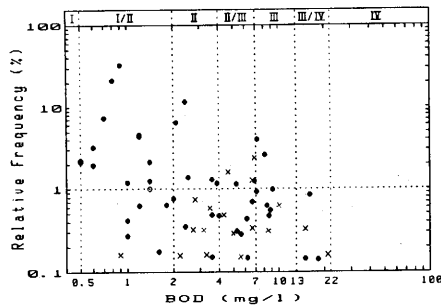


Fig. 23 *Achnanthes minutissima* Kütz. v. *minutissima*

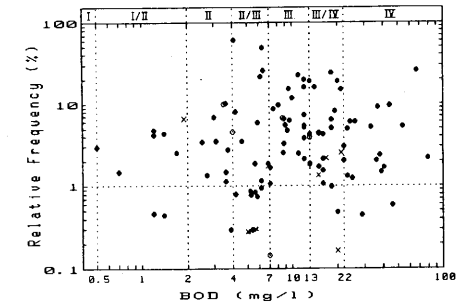


Fig. 24 *Achnanthes minutissima* v. *saprophila* Kob. & Mayam.

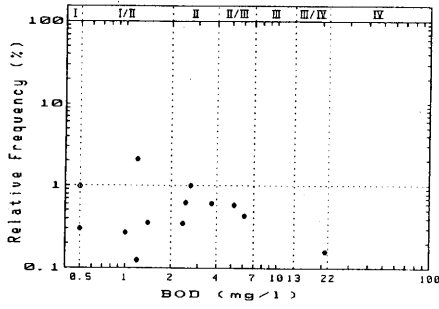


Fig. 25 Achnanthes subhudsonis Hust. v. subhudsonis

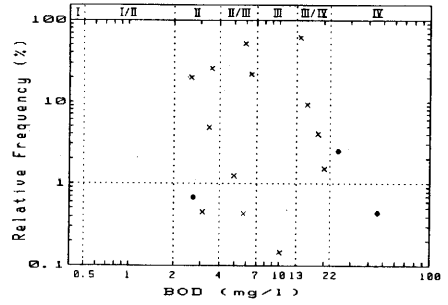


Fig. 26 Amphora aff. actiuscula Kütz. v. acutiuscula

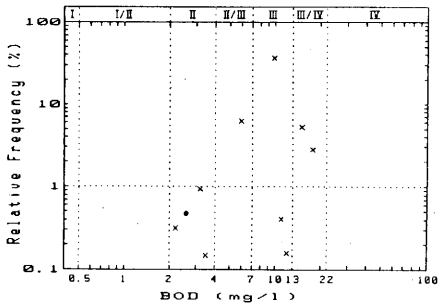


Fig. 27 Amphora luciae Chohn.

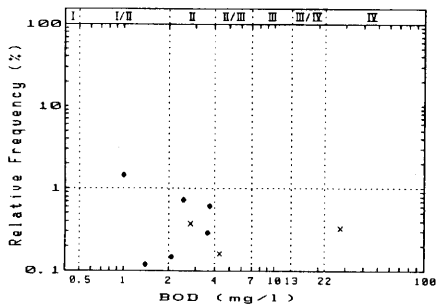


Fig. 28 Amphora ovalis v. affinis (Kütz.) De. T.

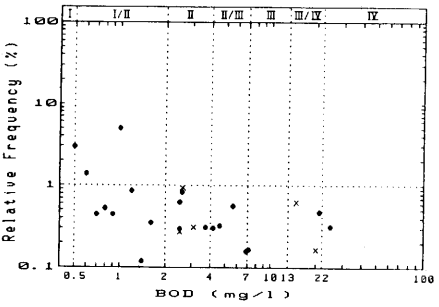


Fig. 29 Amphora pediculus (Kütz.) Grun.

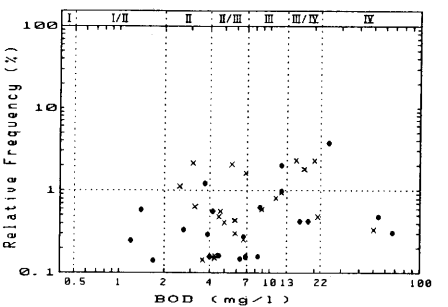


Fig. 30 Amphora submontana Hust.

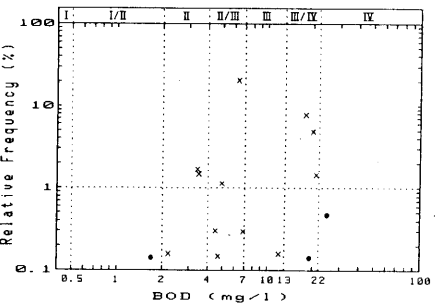


Fig. 31 Amphora sp. 1

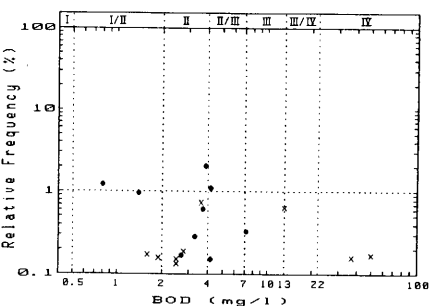


Fig. 32 Bacillaria paradoxa Gmel. v. paradoxa

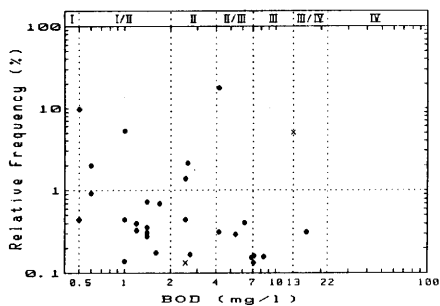


Fig. 33 Cocconeis pediculus
Ehr. v. pediculus

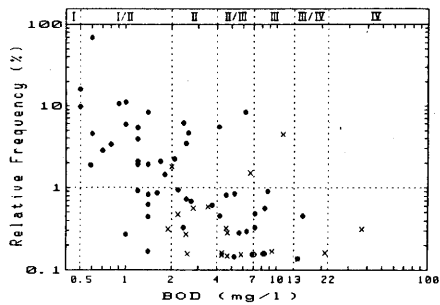


Fig. 34 Cocconeis placentula
Ehr. v. placentula

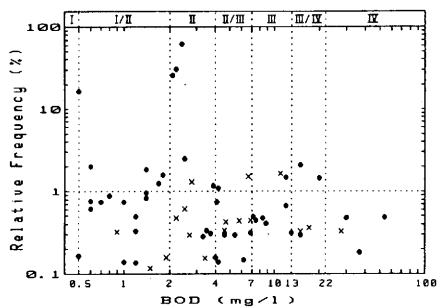


Fig. 35 Cymbella minuta
Rabh. v. minuta

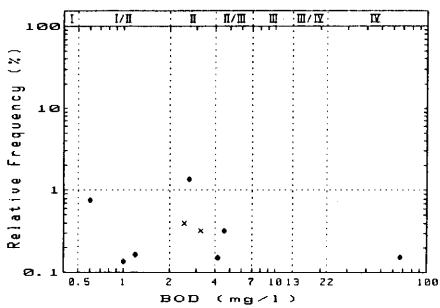


Fig. 36 Cymbella minuta v.
silesiaca (Rabh.) Reim.

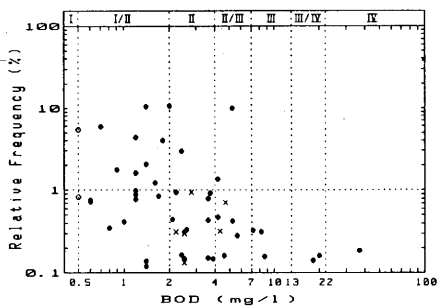


Fig. 37 Cymbella sinuata
Greg. v. sinuata

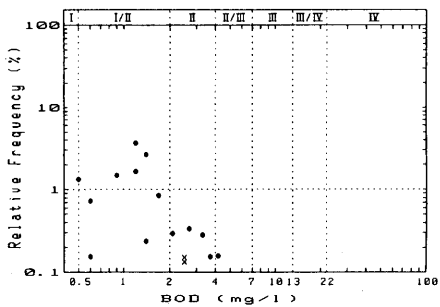


Fig. 38 Cymbella turgidula
v. nipponica Skv.

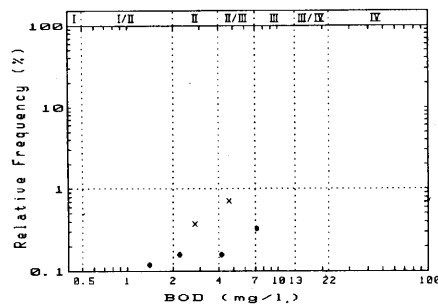


Fig. 39 Diatoma hiemale
(Lingb.) Heib. v. hiemale

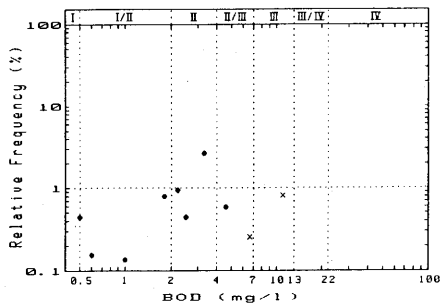


Fig. 40 Diatoma vulgare Bory
v. vulgare

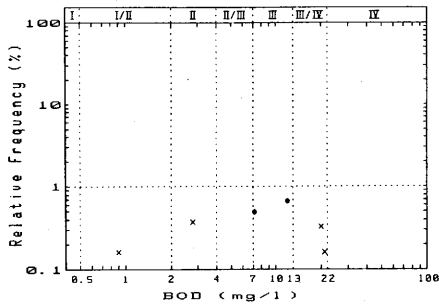


Fig. 41 Fragilaria brevistriata Grun. v. brevistriata

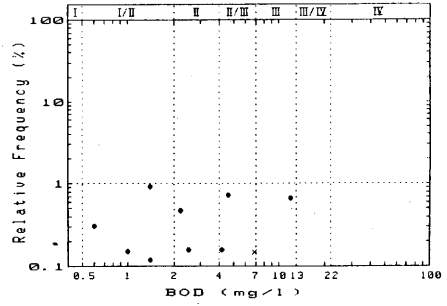


Fig. 42 Fragilaria capucina Desm. v. capucina

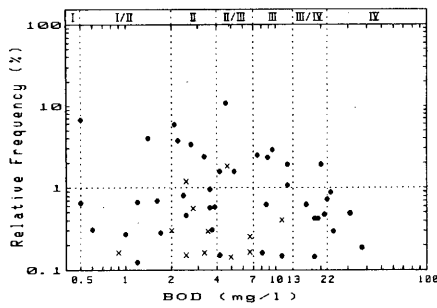


Fig. 43 Fragilaria capucina v. vaucheriae (Kütz.) Lange-B.

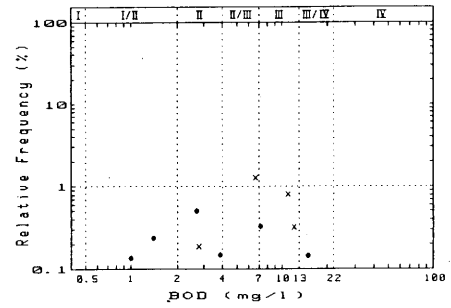


Fig. 44 Fragilaria construens (Ehr.) Grun. v. construens

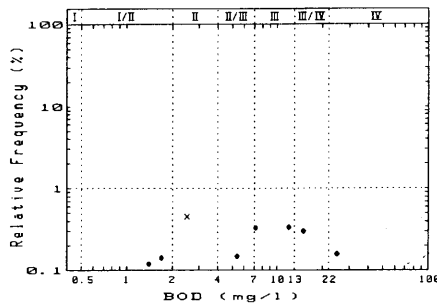


Fig. 45 Fragilaria construens v. binodis (Ehr.) Grun.

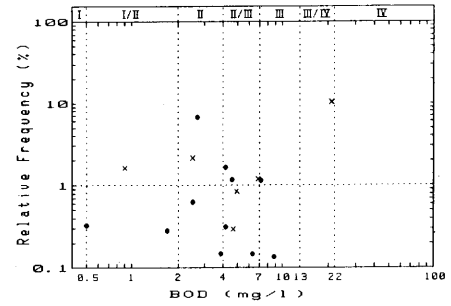


Fig. 46 Fragilaria elliptica Schum. v. elliptica

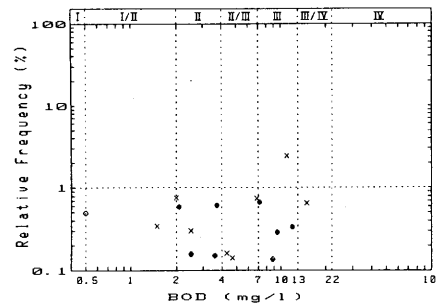


Fig. 47 Fragilaria Ehr. v. pinnata

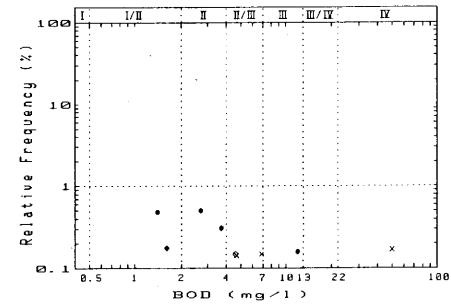


Fig. 48 Frusturia vulgaris (Thwait.) De. T. v. vulgaris

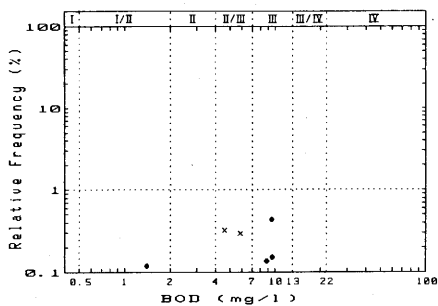


Fig. 49 Gomphonema bohemicum Reich. & Fricke

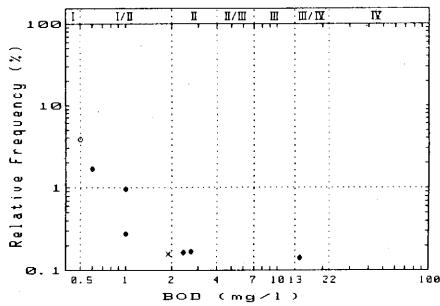


Fig. 50 Gomphonema aff. intricatum Kütz. v. pumilum Grun.

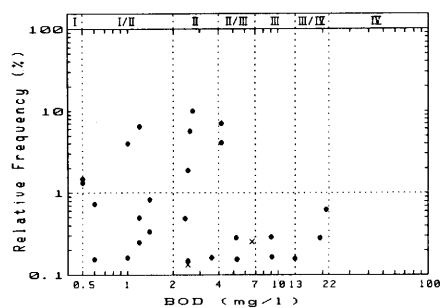


Fig. 51 Gomphonema minutum (Ag.) Ag.

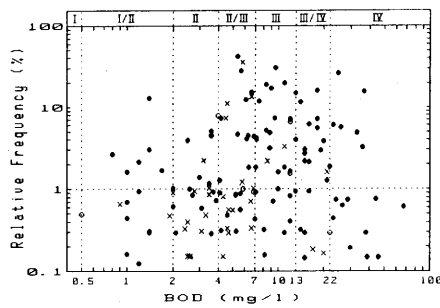


Fig. 52 Gomphonema parvulum (Kütz.) Kütz. v. parvulum

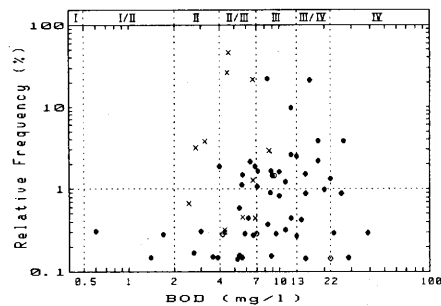


Fig. 53 Gomphonema aff. pseudoaugur Lange-B.

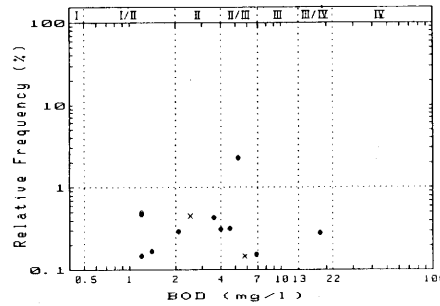


Fig. 54 Gomphonema pulvinatum Braun

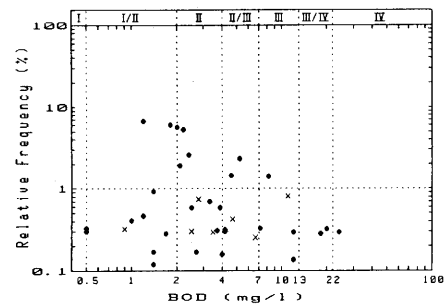


Fig. 55 Gomphonema quadripunctatum (Östr.) Wisl. v. quadripunctatum

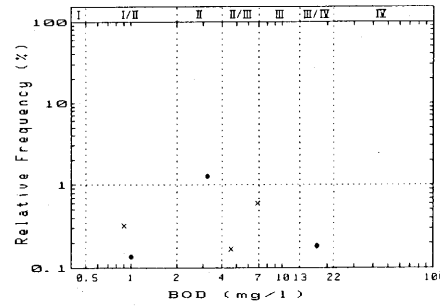


Fig. 56 Gomphonema amphioxys (Ehr.) v. amphioxys

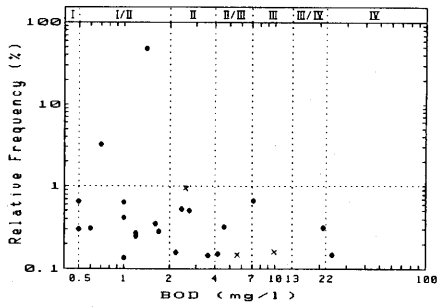


Fig. 57 *Navicula* aff. acceptata Hust.

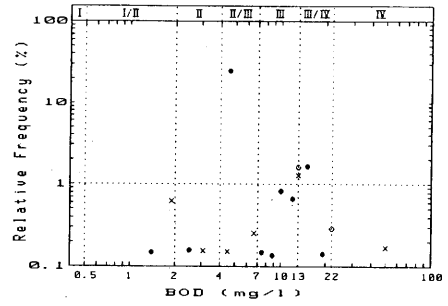


Fig. 58 *Navicula* accomoda Hust.

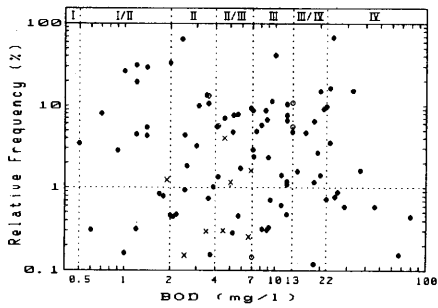


Fig. 59 *Navicula* atomus (Kütz.) Grun. v. atomus

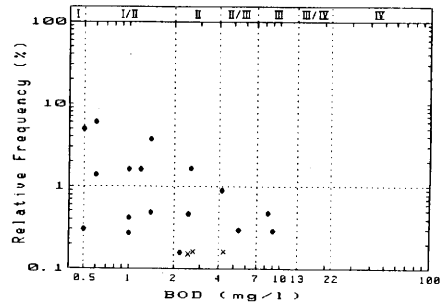


Fig. 60 *Navicula* capitato-radiata Germ.

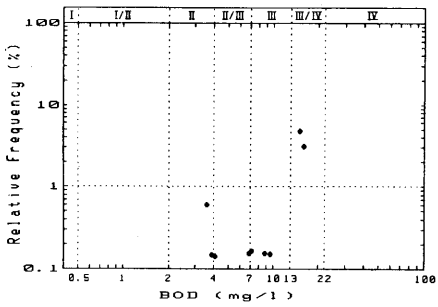


Fig. 61 *Navicula* confervacea (Kütz.) Grun. v. confervacea

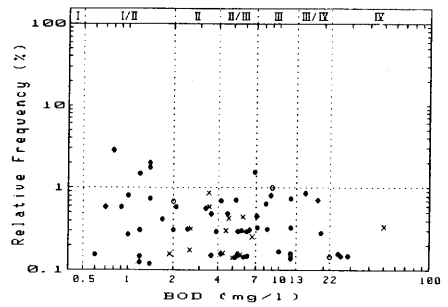


Fig. 62 *Navicula* cryptocephala Kütz. v. cryptocephala

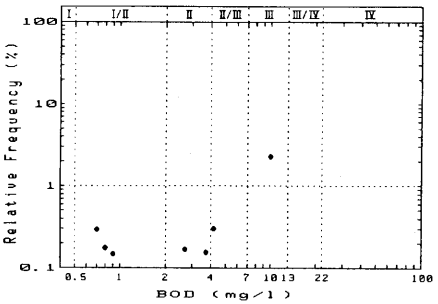


Fig. 63 *Navicula* decussis Östr.

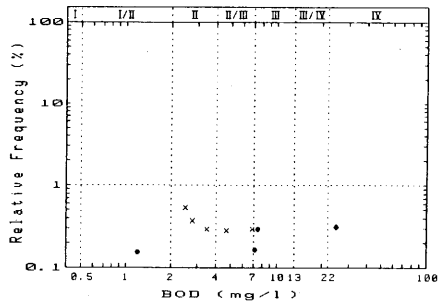


Fig. 64 *Navicula* eliginensis (Greg.) Rarfs v. eliginensis

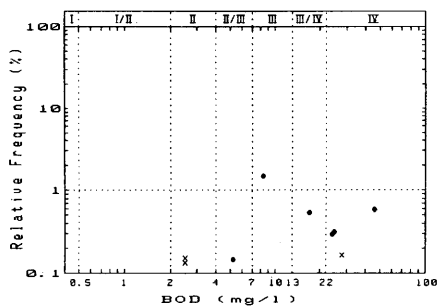


Fig. 65 Navicula excelsa
Kraske

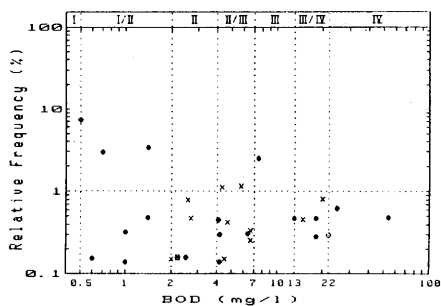


Fig. 66 Navicula exilis Kütz.
v. exilis

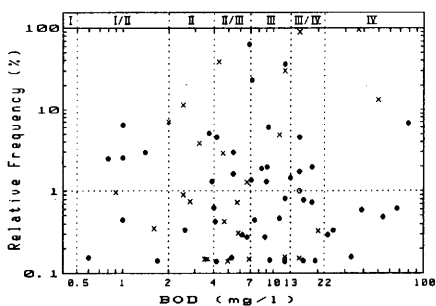


Fig. 67 Navicula goeppertiana (Bleisch) H. L. Sm.

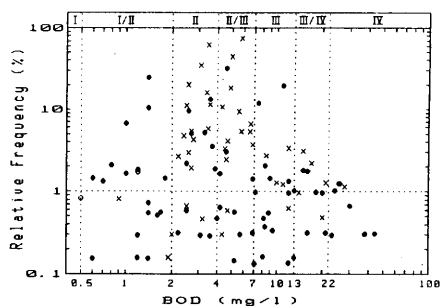


Fig. 68 Navicula gregaria
Donk. v. gregaria

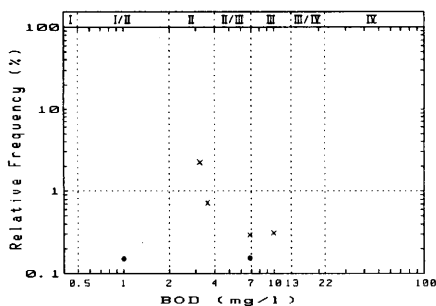


Fig. 69 Navicula gluensis
Giff.

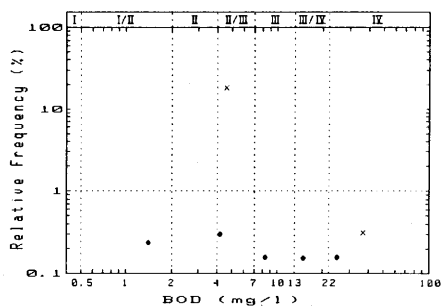


Fig. 70 Navicula hustedtii
Kraske v. hustedtii

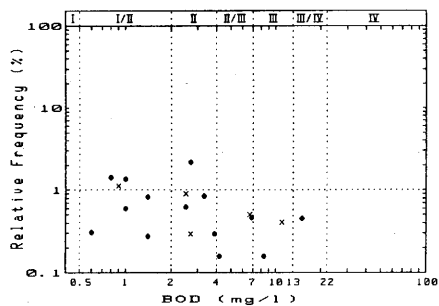


Fig. 71 Navicula lanceolata
(Ag.) Ehr. v. lanceolata

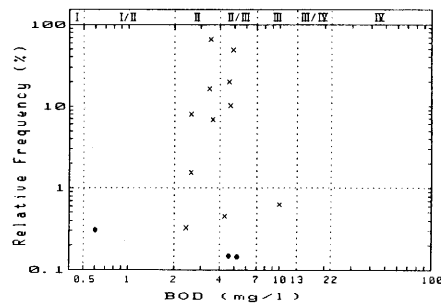


Fig. 72 Navicula mendotia
VanLand.

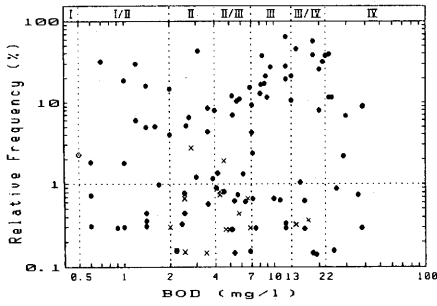


Fig. 73 Navicula minima
Grun. v. minima

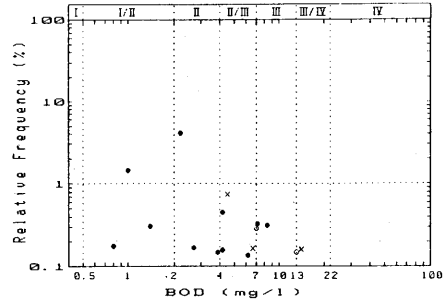


Fig. 74 Navicula minuscula
Grun. minuscula

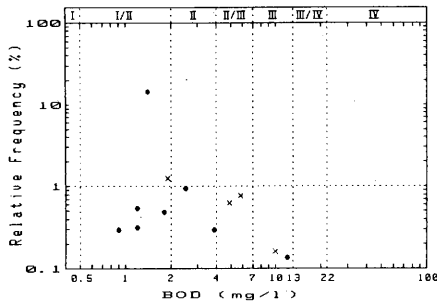


Fig. 75 Navicula mollis (W.
Sm.) Cl.

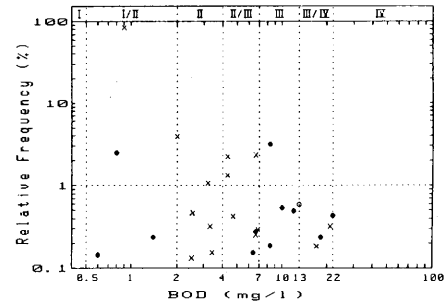


Fig. 76 Navicula mutica Kütz.
v. mutica

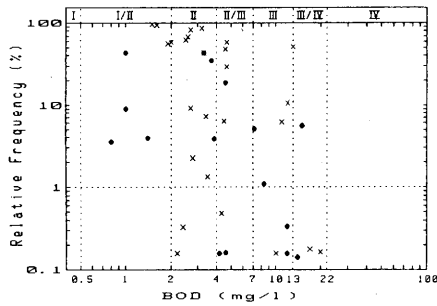


Fig. 77 Navicula neoventri-
cosa Hust.

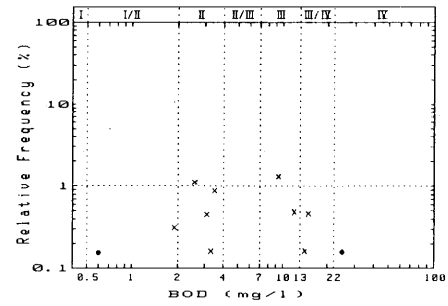


Fig. 78 Navicula odiosa
Wallace

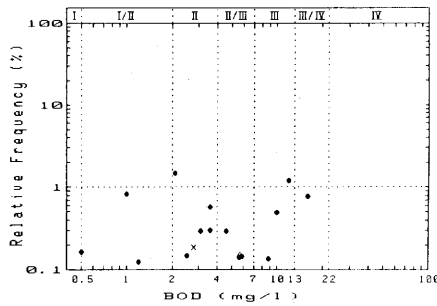


Fig. 79 Navicula paucivitti-
tata Patr.

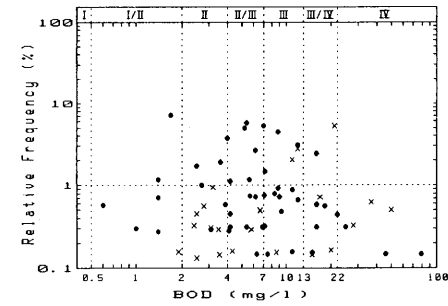


Fig. 80 Navicula pupula
Kütz. v. pupula

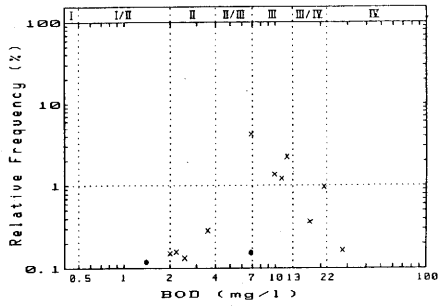


Fig. 81 Navicula pygmaea
Kütz. v. pygmaea

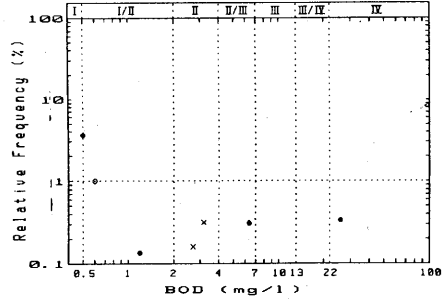


Fig. 82 Navicula radiosa
f. nipponica Skv.

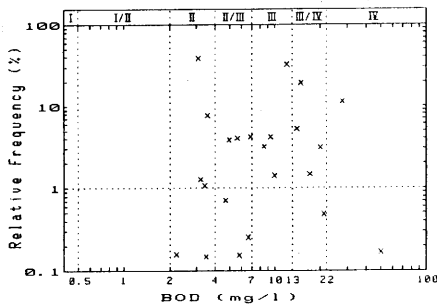


Fig. 83 Navicula salinalum
Grun. v. salinalum

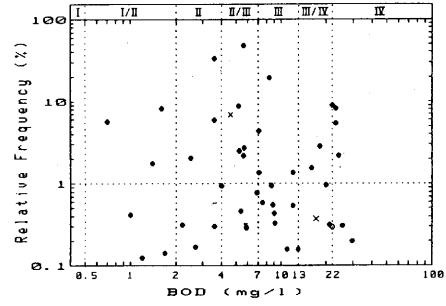


Fig. 84 Navicula saprophila
Lange-B. & Bonik

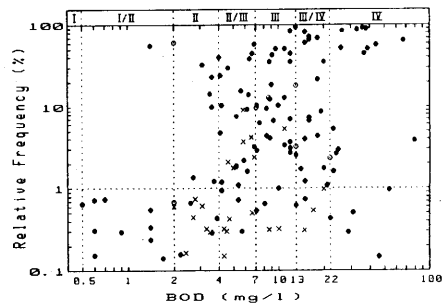


Fig. 85 Navicula seminulum
Grun. v. seminulum

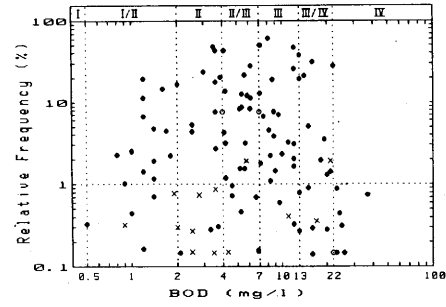


Fig. 86 Navicula subminuscula
Mang.

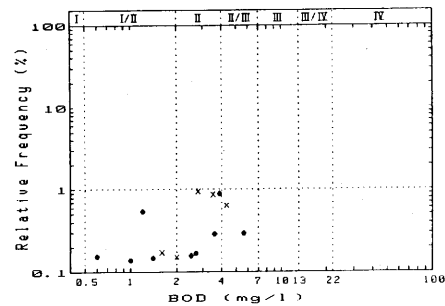


Fig. 87 Navicula symmetrica
Patr.

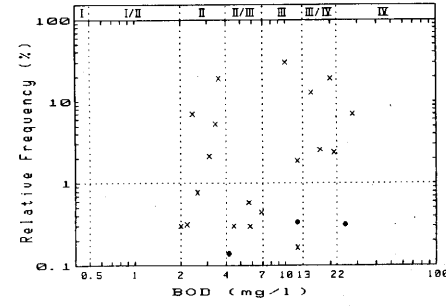


Fig. 88 Navicula tenera
Hust.

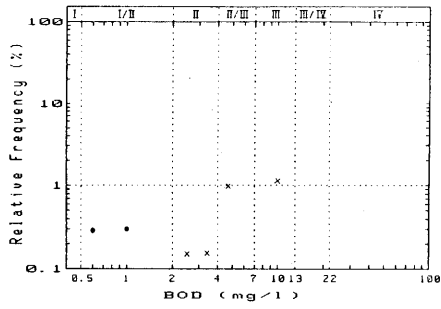


Fig. 89 Navicula tenelloides Hust.

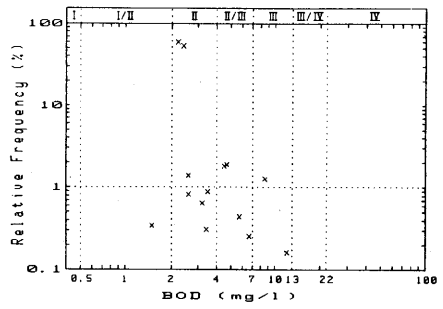


Fig. 90 Navicula tripunctata (O.F. Müll.) Bory v. tripunctata

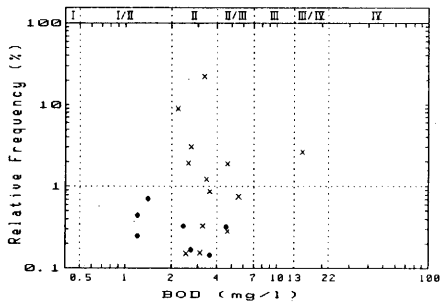


Fig. 91 Navicula tripunctata v. schizonemoides (V.H.) Patr.

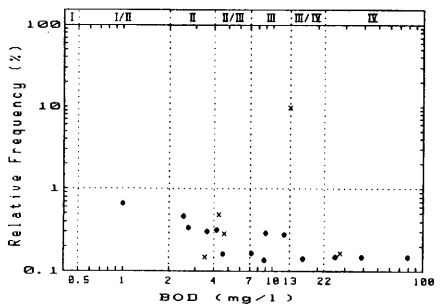


Fig. 92 Navicula trivialis Lange-B.

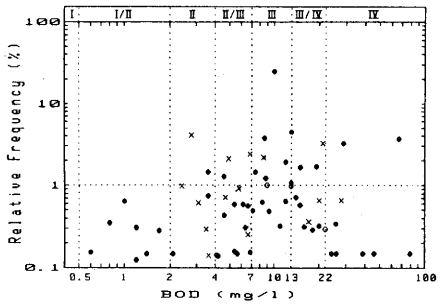


Fig. 93 Navicula veneta Kütz. v. veneta

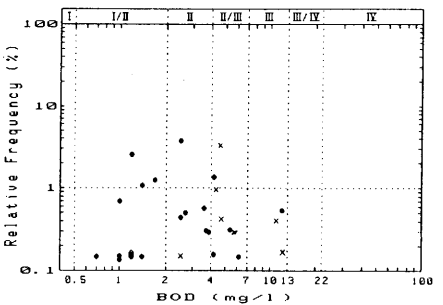


Fig. 94 Navicula viridula v. rostellata (Kütz.) Cl.

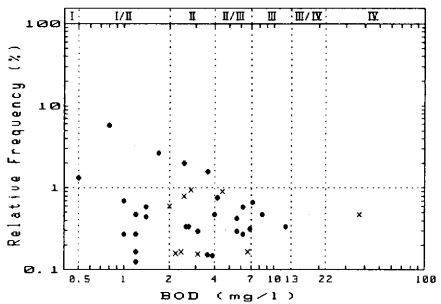


Fig. 95 Navicula viridula v. rostrata Skv.

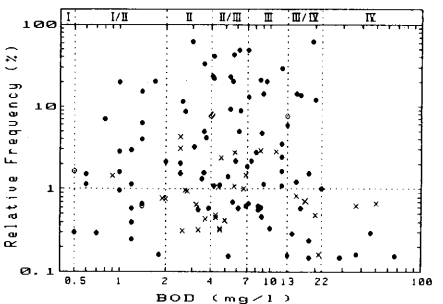


Fig. 96 Nitzschia amphibia Grun. v. amphibia

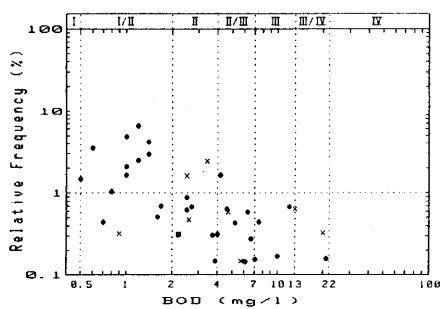


Fig. 97 Nitzschia archibaldii Lange-B.

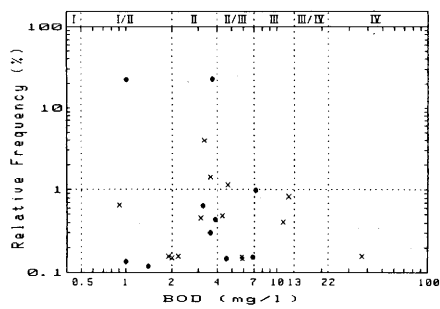


Fig. 98 Nitzschia brevissima Grun.

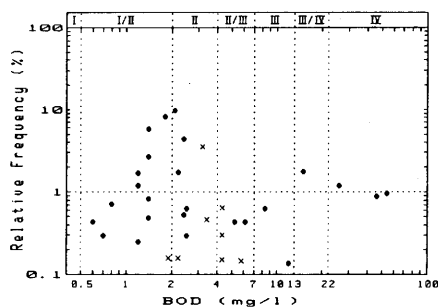


Fig. 99 Nitzschia dissipata (Kütz.) Grun. v. dissipata

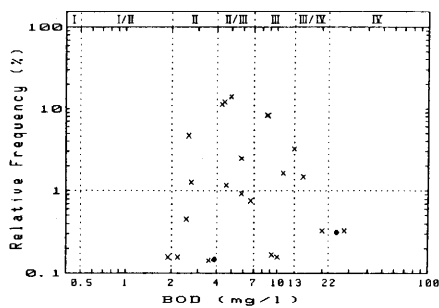


Fig. 100 Nitzschia filiformis (w. Sm.) V.H. v. filiformis

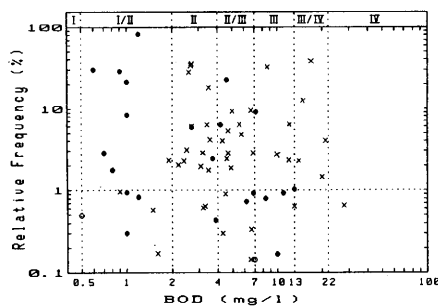


Fig. 101 Nitzschia frustulum (Kütz.) Grun. v. frustulum

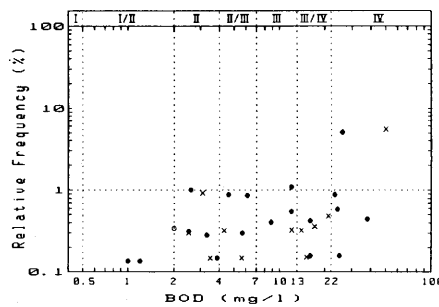


Fig. 102 Nitzschia gandersheimiensis Krasske

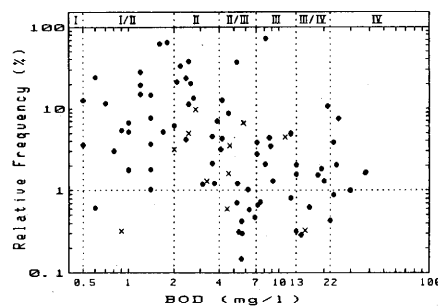


Fig. 103 Nitzschia hantzschiana Rabh. v. hantzschiana

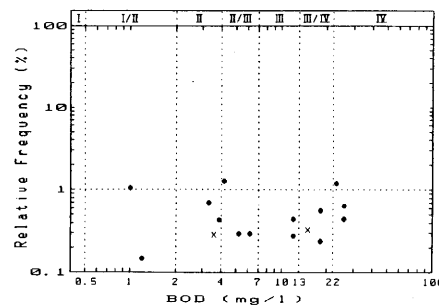


Fig. 104 Nitzschia intermedia Cl. & Grun. v. intermedia

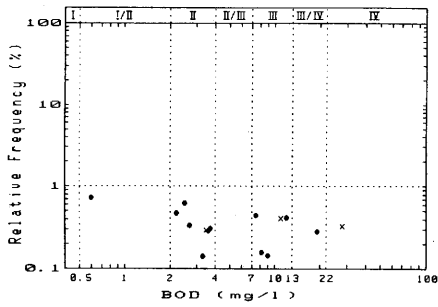


Fig. 105 *Nitzschia linearis* w. Sm. v. *linearis*

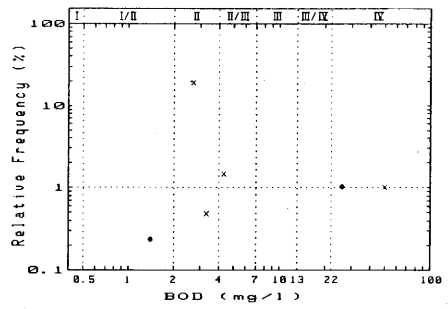


Fig. 106 *Nitzschia minuta* Bleisch

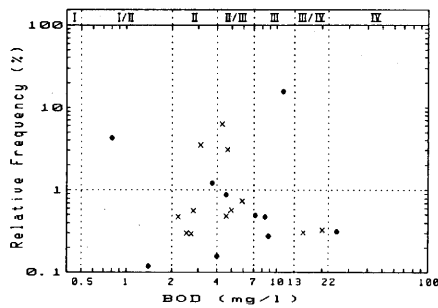


Fig. 107 *Nitzschia nana* Grun.

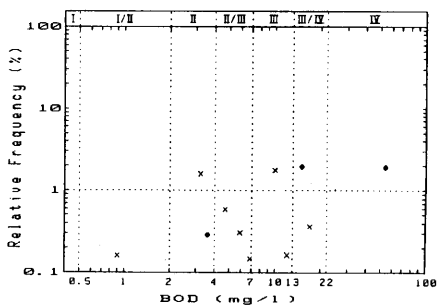


Fig. 108 *Nitzschia obtusa* w. Sm. v. *scalpelliformis* Grun.

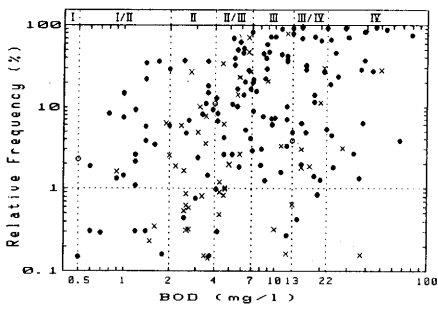


Fig. 109 *Nitzschia palea* (Kütz.) w. Sm. v. *palea*

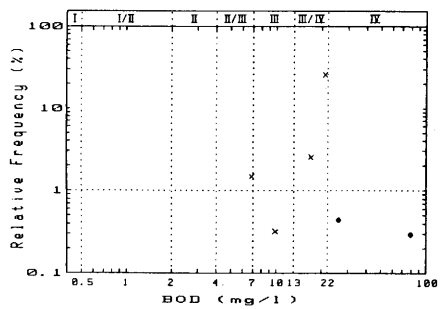


Fig. 110 *Nitzschia pusilla* (Kütz.) Lange-B.

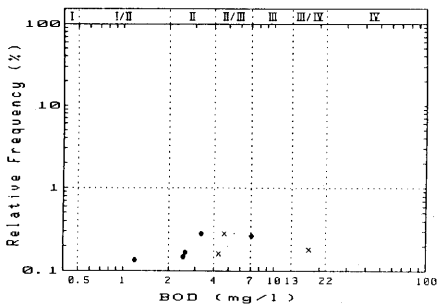


Fig. 111 *Nitzschia sinuata* v. *delognei* (Grun.) Lange-B.

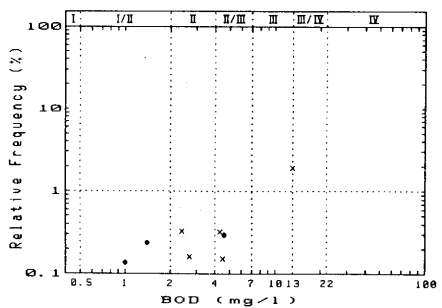


Fig. 112 *Nitzschia tryblionella* v. *subsalina* (O. Mearns) Grun.

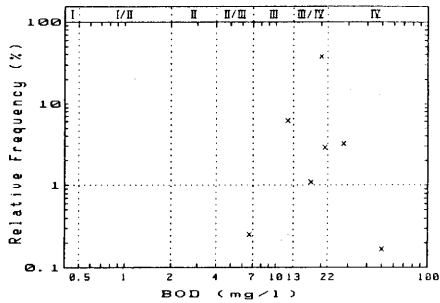


Fig. 113 Opephora parva (Grun.) Krasske

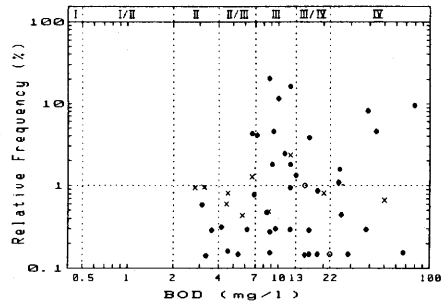


Fig. 114 Pinnularia braunii v. amphicephala (Mayer) Hust.

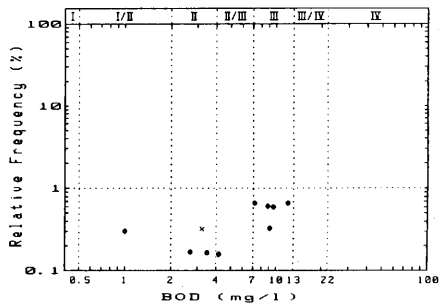


Fig. 115 Pinnularia gibba v. sancta (Grun.) Meist.

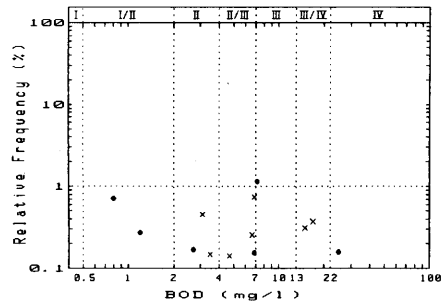


Fig. 116 Pinnularia subcapitata Greg. v. subcapitata

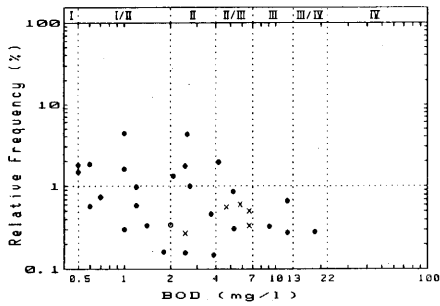


Fig. 117 Rhoicosphenia abbreviata (Ag.) Lange-B.

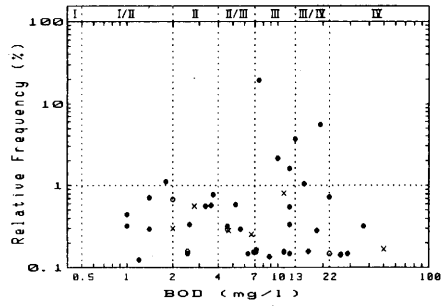


Fig. 118 Surirella angusta Kütz. v. angusta

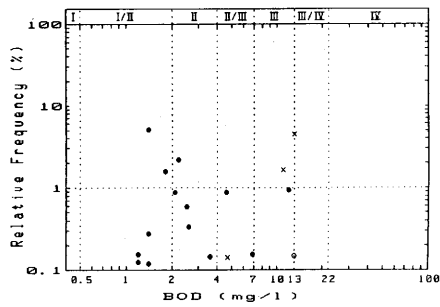


Fig. 119 Surirella ovata Kütz. v. ovata

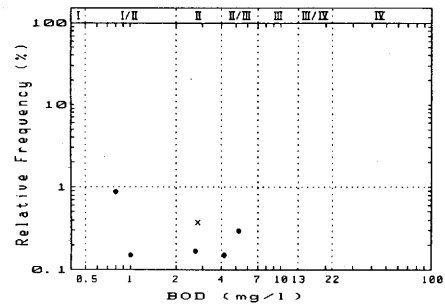


Fig. 120 Surirella ovata v. pinnata (W. Sm.) Brun.

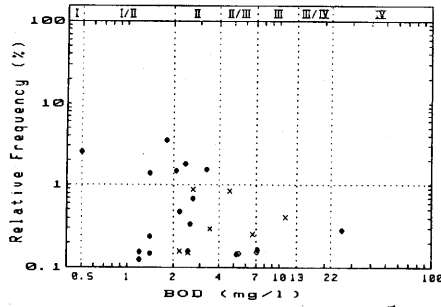


Fig. 121 *Synedra inaequalis* Kob.

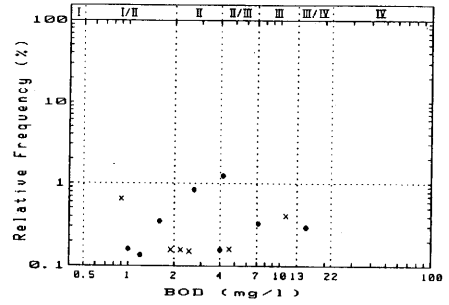


Fig. 122 *Synedra rumpens* Kütz.

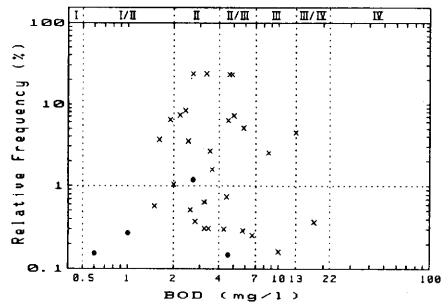


Fig. 123 *Synedra tabulata* (Ag.) Kütz. v. *tabulata*

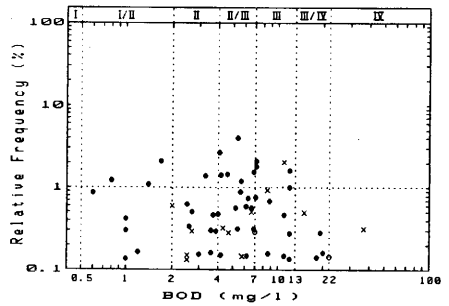


Fig. 124 *Synedra ulna* (Nitz.) Ehr. v. *ulna*

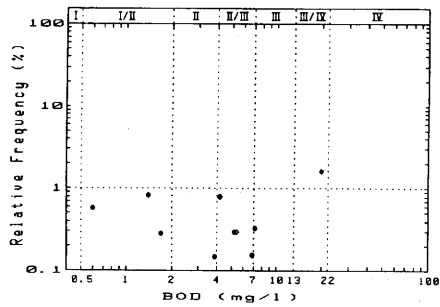


Fig. 125 *Synedra ulna* v. *constricta* Venk.

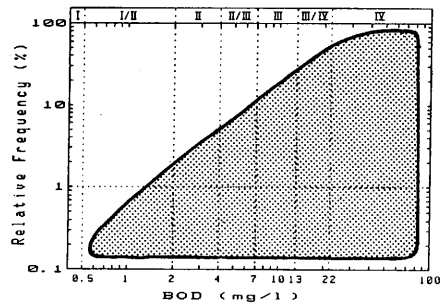


Fig. 126 Type A distribution pattern of dots.

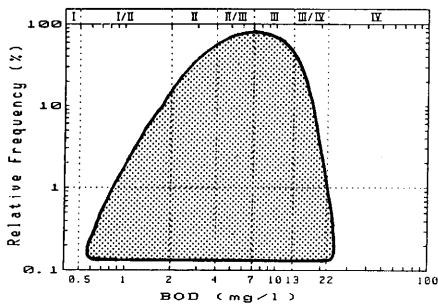


Fig. 127 Type B distribution pattern of dots.

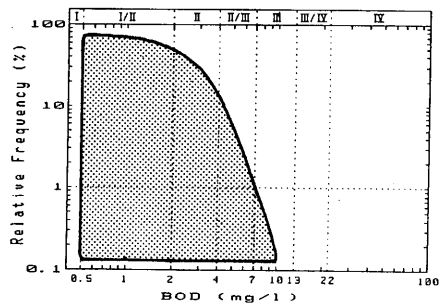


Fig. 128 Type C distribution pattern of dots.