

閉鎖性水域における植生と動物プランクトンの 空間分布との関係

THE RELATION IN SPATIAL STRUCTURE OF ZOOPLANKTON
AND VEGETATION IN LAKES

田中明広* 浅枝隆* 氏家清彦**
Akihiro TANAKA, Takasi ASaeda, Kiyohiko UJIE

ABSTRACT; Aquatic macrophytes and submerged vegetated banks have remarkable effects on water quality in Lakes. Macrophyte community preserves the ecological system for organism habitats, which eventually provides a positive effects on water quality. Among others, zooplankton has an important position in the aquatic ecosystem because they feed on algae and detritus.

This paper describes spatial distribution of zooplankton inside lakes based on observational results. Lake A has a partially vegetated bank, whereas Pond B is characterized by two different parts, an artificial shore and a naturally vegetated basin. Zooplankton was sampled at several points including near the vegetated bank and the non-vegetated bank, together with phytoplankton concentration and other water quality parameters. It was found that zooplankton distribution was decided by some parameters those depend on species and time, but the vegetation is one of the most important parameters.

Keywords; aquatic ecology, water quality, zooplankton, periphyton, macrophyte, eutrophication, vegetation

1. はじめに

湖沼やダム湖などの閉鎖性水域において冠水した緑化湖岸帯や水生植物群落は、良好な景観を提供するばかりでなく、水質浄化機能をも併せ持つことが知られており、緑化についての更なる意義を与えている。水質浄化機能については一般的には、植物体とそれを基体とする付着微生物による栄養塩の除去、流速の減少に伴うSSの捕捉・沈降等が考えられているが、水生植物群落内の水域は他の水域とは大きく異なった環境を造り出しているため、この水域特有の生態系が存在すると考えられる。したがって、この水生植物群落が造り出す生態系についても考慮に入れなくては、水質浄化の機能を正しく評価すること出来ない。しかしながら、水生植物群落内の生物群集を定量的に把握した例や、これらの生物群集を含めた上での水質浄化の機能を評価した例は極めて少ないのが現状である。

水生植物群落内に棲息する生物には、細菌類や植物プランクトン等の微小なものから、魚類や飛来する鳥類等、大型のものまで存在するが、これらの中で一次消費者として水界生態系において重要な役割を果たし、植物プランクトンやデトリタスを摂食することから

* 埼玉大学理工学研究科

Graduate School of Science and Engineering, Saitama University

** 建設省宮ヶ瀬ダム工事事務所

Office of Miyagase-Dam Construction, Ministry of Construction

透明度等の水質に及ぼす影響も大きい動物プランクトンに注目して、水生植物帯や緑化された湖岸帯を持つ閉鎖性水域における生態を調査した。

調査対象として、緑化されたなだらかな湖岸帯を持つダム湖と、コンクリートブロックで整備された湖岸と近自然的な工法によって整備された湖岸とを併せ持ち、また湖心部に抽水植物群落が発達した池沼を選び、植生のよく発達した水域とそれ以外の水域とに分けて調査地点を選定し、動物プランクトンのサンプリングを行った。また同時にそれぞれの地点について、植物プランクトン、付着藻の現存量および水質諸量の測定も行った。

2. 調査現場の概要

A 湖；図-1 に A 湖の概略図を示す。

A 湖は洪水調節、発電、都市用水供給等を目的として造られた多目的ダム湖である。流域面積は493.9 km²、水深は満水時で74.0 mである。

図の等高線に見られるように湖の中程における西岸および東岸の一部は緩斜面になっており、この区域においては湖岸の緑化が実施され、イタチハギ、オナモミ、カササゲ等、陸上の植物が多数繁茂し、水位の変動に伴い水没と干出を繰り返す。反対に急斜面になっている湖岸は植生がほとんどなく、地肌が剥き出しになっている場所が多い。

B 池；図-2 に B 池の概略図を示す。B 池はある都市公園内に位置する人工池である。池の面積は5.0 ha、水深は池の北側を除いて岸辺近くまで一様に80 cmから100 cmの範囲で推移している。図に見られるように池の南側はコンクリートで造られた人工的な護岸が配され、親水空間としての役割を果たしている。東岸と西岸は石積みの護岸となっており、池の中心部においては抽水植物のヒメガマ群落が発達している。そして池の北側はヨシ、オモダカ、アゼナ等の湿性植物が広範囲に渡って生育したビオトープとなっており、水深が20 cmから30 cmの浅場が広がっている。ここではコサギ、オオヨシキリ等の野鳥の飛来が観察される。

3. 使用機器および観測方法

観測点は図-1 の数字および図-5 の×印で示した点である。使用機器はアンモニア態窒素 (NH₄-N)、亜硝酸態窒素 (NO₂-N)、硝酸態窒素 (NO₃-N)、オルトリン酸態リン (PO₄-P) についてはセントラル科学社製、携帯型富栄養計HC-1000型、また化学的酸素要求量 (COD)、浮遊粒子状物質 (SS) の測

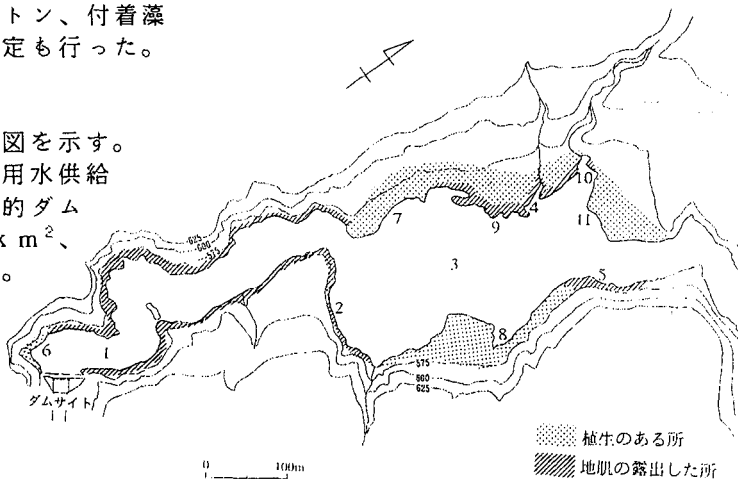


図-1 A 湖の概略図

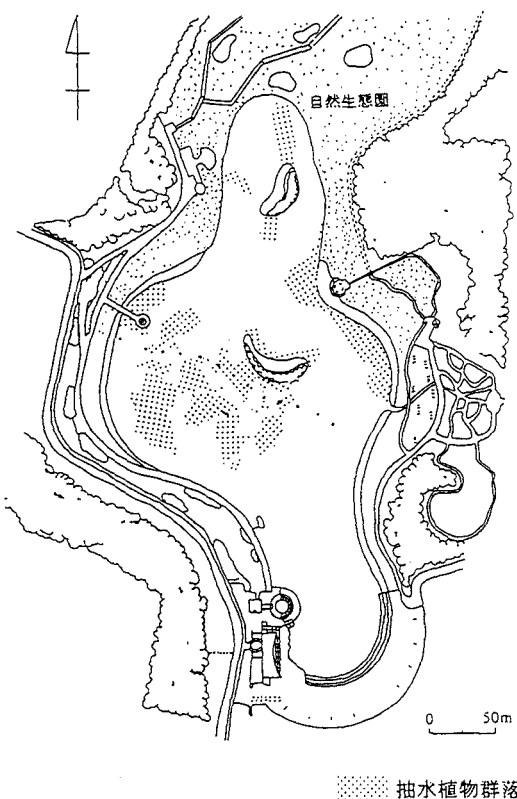


図-2 B 池の概略図

定については同社製、デジタル直読水質分析器DR/3000型をそれぞれ用いて、発色試薬による吸光光度法で行った。

プランクトンの採集は、動物プランクトンの場合、NXX-17(72μmメッシュ)のプランクトンネットを植生のない所では一定速度で水平方向に曳いて行い、また抽水植物群落の内部などネットを曳くことができない場所では湖水を30 l以上採水してネットで濾過して行った。植物プランクトンの場合はネットを使わず直接採水した。これらをグルタルアルデヒド溶液で固定した後、ここからサンプル水を取り、これを1mmの目盛りが入った枠付きのスライドガラスに乗せ、検鏡によってプランクトンの数を種類ごとに数えて定量した。なお、プランクトンネットの実際の濾過効率は100%より小さいと考えられるので得られた動物プランクトンの数と種類はやや少な目に出ている。またプランクトンネットを二通りの方法で用いたことについては些か問題が残るが、その差は10-30%程度と推測される。

表-1 A湖の各観測点における水質諸量

測点	NH ₄ -N (mg/l)	NO ₃ -N (mg/l)	NO ₂ -N (mg/l)	PO ₄ -P (mg/l)	TEMP (°C)
1	未測定	0.95	0.006	0.01	15.2
2	未測定	0.93	0.007	0.00	16.0
3	0.05	0.79	0.007	0.00	16.3
4	未測定	1.02	0.014	0.00	16.2
5	未測定	0.73	0.009	0.04	16.3
6	未測定	0.84	0.007	0.00	16.7
7	未測定	1.00	0.070	0.02	16.5
8	0.02	0.78	0.005	0.00	16.2
9	0.12	0.75	0.005	0.01	15.8
10	未測定	0.70	0.010	0.00	16.8
11	未測定	1.75	0.008	0.01	18.0
平均	0.06	0.93	0.013	0.01	16.4

表-2 A湖の各観測点についての場所的特徴

測点	湖心湖岸の別	植生の有無	湖岸の地質	その他の特徴
1	湖心			枯草、木片等の浮遊物が集積
2	湖岸	無	岩	岩肌が剥き出しになっている
3	湖心			
4	湖岸	無	土	河川の流入口
5	湖岸	無	岩	岩肌が剥き出しになっている
6	湖岸	有	岩	蔦が水面下1mまで、岩肌を被覆
7	湖岸	有	土	陸生の草本植物が水際まで繁茂
8	湖岸	有	土	陸生の草本植物と抽水植物が混在して繁茂
9	湖岸	無	土	侵食を受け易い土の湖岸
10	湖岸	無	土	河川の流入口
11	湖岸	有	土	陸生の草本植物が繁茂

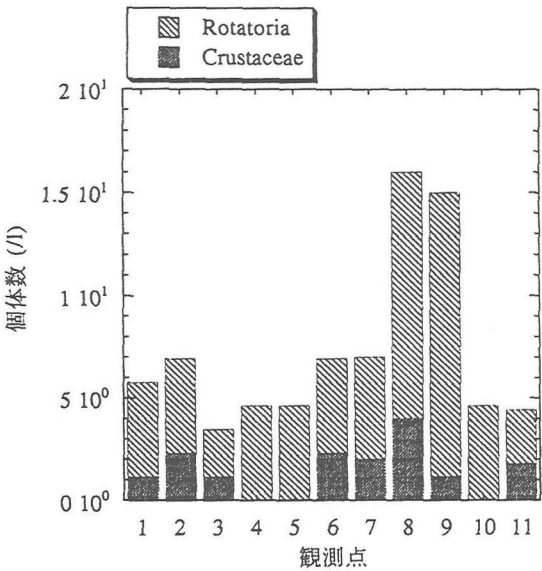


図-3 A湖の各観測点における動物プランクトンの個体数

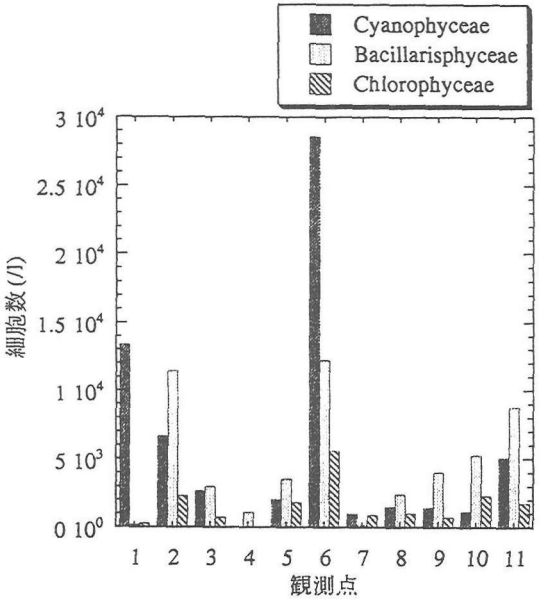


図-4 A湖の各観測点における植物プランクトンの細胞数

4. A湖の分布特性

A湖での観測は1995年9月28日に行った。各観測点における水質諸量を表-1に示す。これによると、A湖における全体的な水質諸量は、水温については山間部に位置するため、この時期としては16.4°Cと低い。硝酸態窒素は高い値を示しているが、オルトリン酸態リンについては低い値を示している。

次に各観測点における場所的な特徴を表-2に示す。表中の植生とは、湖水位の変動域に繁茂する草本植物群落のことであり、このような場所においては群落内で冠水した部分の湖水を採取した。

図-3と図-4に各測点における動物プランクトンと植物プランクトンの個体数および細胞数を示す。測点6、測点7、測点8、測点11は植生の存在している湖水の変動域である。このうち測点6は直立した湖岸に葦が沈水しており、測点7、測点8、測点11については緩斜面もしくは平場に植生が分布している場所である。動物プランクトンの分布特性と照らし合わせてみると、斜面の緩急に関わらず、植生の豊かな所に大型の動物プランクトンである甲殻類(Crustaceae)が多く棲息することがわかる。ちなみに個体数が一番多い測点8は最も植生が発達した場所である。なお、甲殻類の優占種はBosmina sp.、Nauplius of Copepodaであった。したがって、湖水位の変動域における冠水した草本植物の群落は、大型の動物プランクトンである甲殻類が棲息し易い場所である可能性が高い。測点9では植生はないものの、レキ状の浅瀬であり、ここでは比較的大型の甲殻類については少なく、小型の輪虫類(Rotatoria)が多くなっている。

植物プランクトンについては、測点6において極端に細胞数が多くなっている以外は場所による傾向は見られない。したがって、場所に関する動物プランクトンとの量的相関はないと思われる。

測点10では鞭毛藻(Chromonadea)のChlamydomonas umbonataによる赤潮が発生していた。これが他のプランクトンにどのような影響を与えているかは現段階では不明である。

5. B池の分布特性

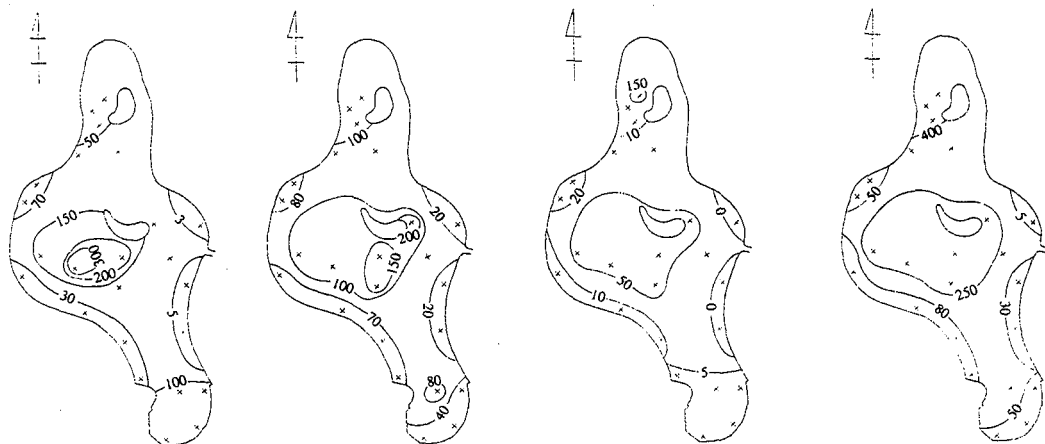
観測は1995年10月6日と12月19日に行った。B池における平均的な水質諸量については10月6日の観測ではアンモニア態窒素0.036mg/l、亜硝酸態窒素0.056mg/l、リン酸態リン0.022mg/l、COD 14.077mg/lであった。

動物プランクトンの優占種については10月6日ではBosmina sp.、Nauplius of Copepoda、Diaphanosoma sp.、Asplanchna sp.、Keratella sp.、Pompholyx sp.、Polyarthra sp.、Filinia sp.、Brachionus sp.、12月19日ではBosmina sp.、Nauplius of Copepoda、Asplanchna sp.、Polyarthra sp.であった。10月6日のBosmina sp.、Nauplius of Copepoda、Diaphanosoma sp.、Asplanchna sp.、Keratella sp.、Pompholyx sp.と、12月19日のNauplius of Copepoda、Asplanchna sp.、Polyarthra sp.について個体数(/l)の分布をそれぞれ図-5に示す。

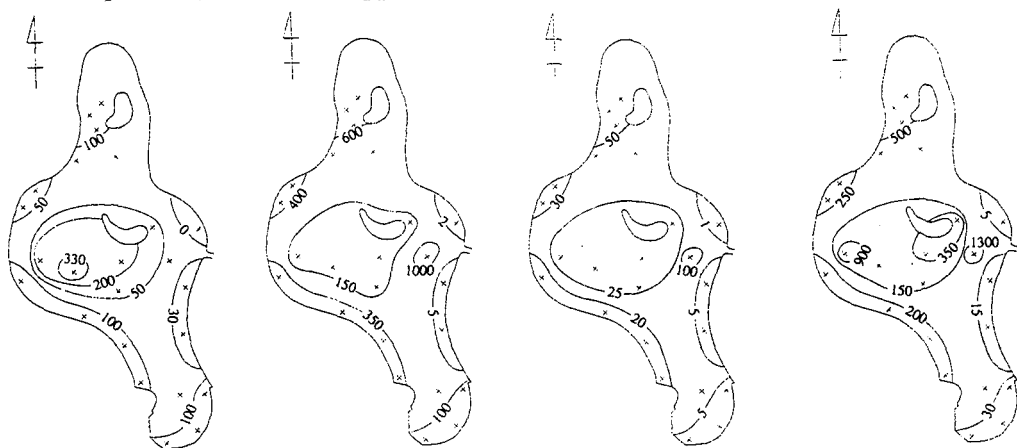
10月6日の観測結果では動物プランクトンは数、種類共に多く、12月19日はPolyarthra sp.のみが極端に優占しているほかは個体数、種類数共に少ない。図-5の分布状況より、甲殻類のBosmina sp.(10月6日と12月19日)、Nauplius of Copepoda(10月6日と12月19日)、Diaphanosoma sp.(10月6日)と輪虫類のAsplanchna sp.(10月6日と12月19日)、Polyarthra sp.(10月6日)は池の中心部においては抽水植物群落内で多く棲息していることがわかる。また岸辺付近では北側のピオトープにおいて多く棲息している。これは輪虫類のBrachionus sp.(10月6日)についても当てはまることが観測結果からわかっている。一方、輪虫類のKeratella sp.(10月6日)とPompholyx sp.(10月6日)、Filinia sp.(10月6日)Polyarthra sp.(12月19日)は抽水植物群落内で特別に多く棲息しているということではなく、また植生のない場所において最も個体数が集中している。

以上の分布状況より、それぞれの種類についての棲息場所の選好要因として、①摂食物への求餌、②捕食者からの回避、③湖流、水深、日射等の物理的諸条件に起因する棲息空間としての適合性、④一時的に適合場とは無関係に棲息している状態、が考えられる。

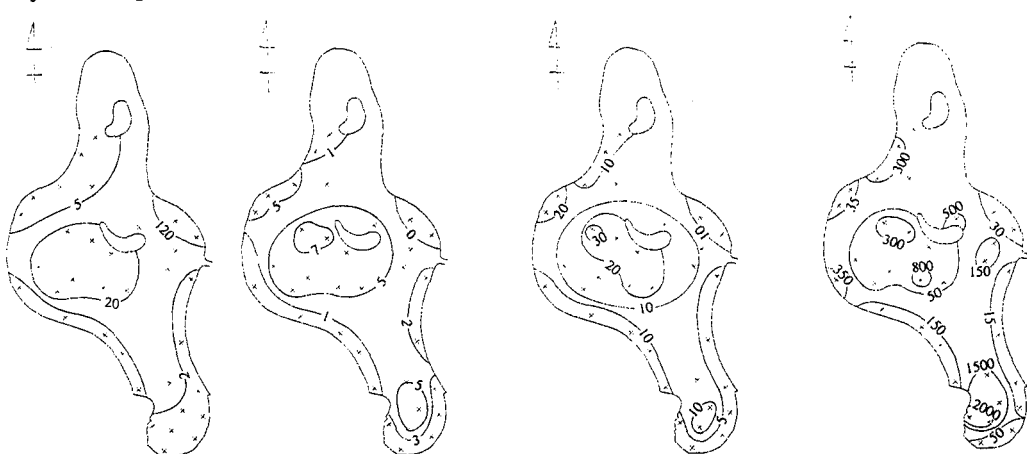
①の摂食物について、動物プランクトンの主要な摂食物である植物プランクトンは、A



Bosmina sp. (10/6) COPEPODA spp. (10/6) *Diaphanosoma* sp. (10/6) *Asplanchna* sp. (10/6)



Polyarthra sp. (10/6) *Keratella* sp. (10/6) *Pompholyx* sp. (10/6) *Filinia* sp. (10/6)



COPEPODA spp. (12/19) *Bosmina* sp. (12/19) *Asplanchna* sp. (12/19) *Polyarthra* sp. (12/19)

図-5 動物プランクトンの各種類における空間分布 (個体/1)

湖の場合と同様に分布に傾向がなく、それゆえ動物プランクトンのどの種類とも量的相関が見られなかった。したがって、摂食物に関して植物プランクトンに限っては場所選好とは無関係であると思われる。

②の捕食者に関して、今回の観測では動物プランクトンを一般的に捕食するユスリカ、フサカ等の底生動物や魚類の定量調査を行っていない。しかし、魚類については1cm前後のカダヤシやブルーギルの稚魚の棲息を抽水植物群落内で確認している。これらが植生内で多く棲息している甲殻類や輪虫類にどのような影響を与えているかは現段階では不明である。また、植生とは無関係に分布している Keratella sp. (10月6日) や Pompholyx sp. (10月6日) については、これらを捕食する COPEPODA spp. や Asplanchna sp. が影響を与えていることが考えられる。ちなみに Polyarthra sp. について、10月6日と極端に優占している12月19日とで分布状況が異なっているのは、多種との拮抗関係に原因があるものと思われる。

③の物理的条件に関して、湖心部については抽水植物群落内で、湖流が小さく日射量も少ないことが挙げられる。また沿岸部においては南岸、東岸、西岸はコンクリートや石積みの護岸で湖心に向かって急に水深が大きくなっているのに対し、北側のピオトープ付近では湖底の勾配がゆるやかで浅場が広がっている。これらの条件が動物プランクトンの棲息場所として適した環境を提供している可能性がある。

④については Keratella sp. (10月6日) や Pompholyx sp. (10月6日)、Polyarthra sp. (12月19日) の分布において、個体数が最も集中している場所がそれに当てはまるものと思われる。

6. おわりに

今回の観測は、棲息する生物群集の役割を評価した上での植生の効果について調べることを目的として、主に動物プランクトンを対象として調査を行った。そこで今回調査した二つの湖沼については、抽水植物帯やピオトープ、または緑化された湖岸帯において、多くの種類の動物プランクトンが他の場所と比較して、より多く棲息している傾向にあった。しかしその一方で、植生とは無関係な分布を示す種もあった。したがって、動物プランクトンは種または時期によって様々な条件をもとに棲息場所を選好するが、中でも植生は重要な決定要因である、と結論づけることができる。このような種ごとの場所的な分布は生態系の仕組みを理解する手がかりになるものと思われ、今後は調査回数を増やすと共に、魚類や水生昆虫等についても調べる必要がある。

最後に、本研究を進めるにあたり、多大な便宜を図って頂いた建設省宮ヶ瀬ダム工事事務所、(財)ダム水源地環境整備センター、(株)建設技術研究所、ダム管理事務所、公園管理所の方々、そして援助して頂いた河川環境管理財団に対し、厚く御礼申し上げます。また、現地観測やデータ整理に尽力頂いた卒業研究生の前田君とモンドル君に対し、深く感謝します。

参考文献

- 1) 岡田光正; 湿地の特性とその機能, 水環境学会誌, Vol. 17 No. 3 (1994)
- 2) 細見正明; 内陸湿地における自然浄化のメカニズムと浄化機能の積極的利用, 水環境学会誌, Vol. 17 No. 3 (1994)
- 3) 桜井善雄; 水辺の緑化による水質浄化, <水と緑の読本> 別冊 公害と対策 (臨時増刊), Vol. 2 4, No. 9, 889-909, 1988
- 4) 桜井善雄; 湖岸景観と生態的機能, 景観生態研究会記録集, p. p. 9-24, 1987
- 5) 鈴木紀雄・小寺郁子・藤智子; 水生動物・水草が植物プランクトンの増殖に及ぼす影響, 滋賀大学 教育学部紀要 自然科学, No. 32 p. p. 93-103, 1982
- 6) Hasler, A. D. and E. Jons; Demonstration of the antagonistic action of large aquatic plant on algae and rotifers. Ecol. 30, 359-364 (1984)
- 7) Norbert Waltz (Ed.); Plankton Regulation Dynamics, 191-214, Springer-Verlag (1993)