

兵庫県明石地方の一溜池、皿池の植物性プランクトンの遷移

今津達夫

兵庫県立姫路東高等学校生物学教室 (670 姫路市本町68番の70)

IMAZU, T. 1981. The succession of phytoplankton communities in the Sara-ike irrigation pond in the Akashi District of Hyogo Prefecture. *Jap. J. Phycol.* 29: 135-141.

The present study deals with the annual changes in phytoplankton communities in the Sara-ike irrigation pond which lies in the western area of Akashi City in Hyogo Prefecture. The collections and investigations were carried out a total of six times, in the years 1959, 1960, 1964, 1967, 1973 and 1977.

The total number of phytoplankton species in each year fluctuates narrowly between 42 and 47. However, the number of desmids dropped sharply from 27 forms in 1959 to 10 forms in 1977. The number of Chlorophycean taxa excluding desmids, increased, though the total number of Chlorophycean taxa decreased. Year by year, the number of Cyanophyceae increased, as did the Euglenophyceae and the Bacillariophyceae. Those species which appeared or disappeared in each year are listed.

In 1967 there was a great change in the species composition, with many species disappearing, and new ones taking their place. New taxa in 1967 totaled 16 forms and those which disappeared totaled 14 forms. The change in the number of taxa showed a close correlation with the degree of eutrophication of the ponds. The period of species change coincided with a new housing development being constructed near the ponds. The number of species which continuously appeared during the period from 1959 to 1977 were 12. Those species appeared to tolerate the increased water pollution.

The process of phytoplankton succession is summarized as follows. Over time we observed the gradual decrease of desmids, the gradual increase of Chlorophyceae, excluding desmids, and the gradual increase of Cyanophyceae and Bacillariophyceae, though the total number of algal species at any one period was almost invariable.

Both simple and compound quotients of the pond were calculated for each period when collections were carried out. These calculated values show the clear progress of the eutrophication of the Sara-ike pond.

Key Index Words: eutrophication; phytoplankton community; succession.

Tatuo Imazu, Himzji-higashi Senior High School, Himeji-shi, Hyogo-ken, 670 Japan.

明石市西部地域 (Fig. 1) は特に溜池の密集した地域である。これらの溜池は西は加古川、東は明石川、北は美濃川に及ぶ高位と中位の段丘からなる段丘上に散在している。これらの溜池群のうち同市大久保町を中心とする13溜池 (Fig. 1内の A-M) の植物性プランクトンについて1959年より1977年迄の間に計6回の調査を重ねてきた。これらの溜池の経年調査の結果から植物性プランクトン相の遷移が特に著しかった皿池 (Fig. 1内の L) について通計18年間における植物性プランクトン相の遷移の様相を報告する。採集調査は、1959, 1960, 1964, 1967, 1973, 1977年それぞれの年

の6~9月の間に実施した。

溜池の概況と調査方法

大久保町西南の溜池群 (皿池を含む) は低位の段丘である大久保台地 (海拔 50~100 m) 上にあり、高位の台地より水利はよく、溜池の構築年代も新しく (1700~1800年代)、灌漑用として作られたものである。広い割合に概して浅く、平均水深 1.2 m~2.0 m 程度である。皿池は直径約 500 m、水深 2~3 m で田畑に囲まれ、一部道路に面する溜池である。調査方法は西条 (1957) に従った。調査に当っては各溜池とも2定

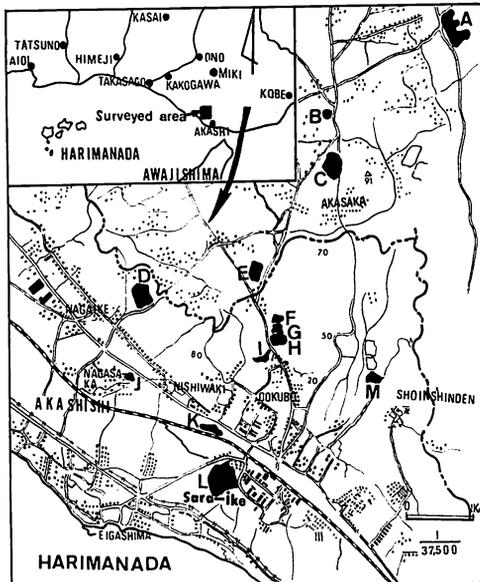


Fig. 1. Map showing the distribution of ponds in the western area of Akashi-Shi. A: Kotorikui-ike B: Hasu-ike C: Akasakahokubu-ike D: Nagaikehokuto-ike E: Juichigo-ike F: Shimonomachi-ike G: Naka-ike H: Katabuchi-ike I: Yasojima-ike J: Shimo-ike K: Nishiwakinanbu-ike L: Sara-ike M: Shindhokusei-ike.

Table 1. Water quality in each year in Sara-ike pond.

Year	pH	D.O(%)	Water color*
1959	6.2	137	7
1960	6.0	138	7
1964	6.2	127	8
1967	5.8	115	9
1973	5.6	108	9
1977	5.4	120	8
Mean	5.9	124	8

*Number of Forel's water color standard.

点を定め、採集にはミュラーガーゼ No. 25 のプランクトンネットを用いたが、水草のしぼり液をもあわせ採取した。標品は3~5%ホルマリンで固定した。調査項目としては、pH、温度、溶存酸素量、水色（フォレル氏水色計）の他に水生顕花植物の分布をも調べた。1959年の採集時には部分的にヨシが群生しており水中にジュンサイ、トチカガミ、ヒルムシロなどが僅かに生育していたが、1964年採集時にはそれらの間にヒシが出現しはじめ、1967年には混生状況となり、1973年頃よりヒシが優占種となった。水質は Table 1 に示すとおり弱酸性 (pH 5.4~6.2) であり、溶存酸素量は表層部で108~138%を示した。また、水色はフォレル氏水色計 No. 7~No. 9 の範囲で淡黄緑色を呈し中

Table 2. Number of phytoplankton species in all ponds surveyed (A—M).

Ponds surveyed	Cyano- phyceae	Chryso- phyceae	Dino- phyceae	Eugleno- phyceae	Bacillario- phyceae	Chlorophyceae		Total
						Desmids	excl. Desmids	
A. Kotorikui-ike	1	0	0	3	4	4	7	19
B. Hasu-ike	1	0	0	1	3	1	5	11
C. Akasakahokubu-ike	1	0	1	0	2	0	1	5
D. Nagaikehokuto-ike	1	0	0	0	5	0	1	7
E. Juichigo-ike	2	0	0	0	8	0	1	11
F. Shimonomachi-ike	0	0	0	0	2	0	2	4
G. Naka-ike	1	0	0	1	6	5	6	19
H. Katabuchi-ike	0	0	0	0	4	0	1	5
I. Yasojima-ike	1	0	0	0	5	1	3	10
J. Shimo-ike	0	0	0	0	2	0	2	4
K. Nishiwakinanbu-ike	0	0	0	0	3	0	0	3
L. Sara-ike	3	1	0	1	5	27	7	44
M. Shindhokusei-ike	2	0	1	1	3	0	1	8

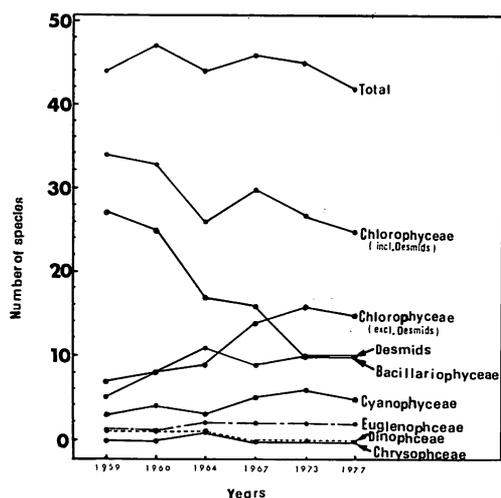


Fig. 2. Changes in number of species which appeared in Sara-ike pond, from 1959 to 1977.

栄養的であった。Table 2 に示すとおり調査した13溜池中皿池は植物性プランクトンの種類数および量が最も多く、1959年の調査時には、21属44種で、これらのうち鼓藻類が27種を占めていた。

植物性プランクトンの遷移

出現種数は採集年度によって多少相違している。1959年は、21属44種、1960年は、23属47種、1964年は、25属44種、1967年は、29属46種、1973年は、32属45種、1977年は、33属42種と変動し、42種から46種の間であり、種類数の極端な増減はなかった。しかし緑藻類中鼓藻類の減少が目立っており、1959年の27種から1977年の10種に減少している。また、鼓藻類以外の緑藻類の増加数は、鼓藻類の減少数よりも少いので緑藻類全体としては減少している (Fig. 2, Table 3)。年と共に増加しているのは、鼓藻類以外の緑藻類、珪藻類、藍藻類である。ミドリムシ藻類、黄色鞭毛藻類、渦鞭毛藻類では種類数の増減はほとんど見られない (Table 3)。総出現種について各調査年度別にその遷移状況 (新出現種、消滅種、固定種など) および出現 taxa 数を示したものが Table 3 である。さらに新出現種と消滅種との比較は、Table 4 に示すとおりである。Table 4 に示されたように種類数の変化を調査年度の順に述べれば、1960年には新出現種7種、消滅種4種、1964年には新出現種10種、消滅種14種であり、次いで1967年の新出現種16種、消滅種14種、1973年の新出現種12種、消滅種13種、1977年には新出現種6種、消滅種7種である。これらの種類変動は溜池の水質変化と

密接な関係のあるものと思われる。特に1964年から1973年にかけて宅地造成が著しかったため池水の富栄養化が著しく進んだものと考えられる。なお、1959年以来1977年までの18年間で調査時に常に出現をみた種即ち固定化された種は、11属12種である。これらの種は水質の多少の変化にも耐え得る広適応性種と考えられる。これらに対し消滅種は水質に敏感で適応性の狭い種と考えられる (Table 3, Table 4)。採集時の溜池の優占属は、Table 5 に示すとおりである。優占属の遷移状況を見ると、1959年、1960年には鼓藻類が優占し、1964年には、鼓藻類以外の緑藻類と鼓藻類とよりなり、1967年には緑藻類だけの増加が著しく認められ、1973年には、藍藻類と緑藻類とが優占し、1977年には、鼓藻類以外の緑藻類と珪藻類が優占属となった。また、新出現種では、Table 4 に示すとおり年代の推移とともに鼓藻類以外の緑藻類、藍藻類、珪藻類などが増加してきている。逆に消滅種では鼓藻類が目立ち、1959年 (27種)、1960年 (25種)、1964年 (17種)、1967年 (16種)、1973年 (10種)、1977年 (10種) と次第に減少している。(Fig. 2, Table 3)。

溜池の栄養度

藻類の種類数に基づく池の栄養度を表わす方法として、単純商 $\left(\frac{\text{緑藻類}}{\text{鼓藻類}} \right) \dots \dots$ THUNMARK (1945) や複合商 $\left(\frac{\text{藍藻類} + \text{緑藻類} + \text{中心目珪藻類} + \text{ミドリムシ藻類}}{\text{鼓藻類}} \right) \dots \dots$ NYGAARD (1949) などがあるが、単純商は、特に緑藻類の多い水域では信頼度が薄く、複合商の方がはるかに妥当するとのことであるので単純商、複合商両方の値を求めてみた。その結果は Table 6 に示すとおりである。

それらの単純商、複合商の求め方については水野 (1960) に負うところが多い。これらの結果は複合商の場合、値が1.0より小なら貧栄養、1.0~2.5なら中栄養、2.5より大なら富栄養とされている。1977年の皿池についての単純商は、2.4で複合商は3.2であるから富栄養型であることがわかる。また、Table 6 に示す如く年代の推移とともに値が大きくなり富栄養化が大きくなっている。1964年から1973年にかけてその値が著しく増加しているのは、この年代の間に富栄養化が著しく進んだことを示している。

考 察

明石市の西部地域並びにその近傍の環境のよく

Table 3. Abundance of phytoplankton in Sara-ike pond

Species	Abundance						Species	Abundance					
	1959	1960	1964	1967	1973	1977		1959	1960	1964	1967	1973	1977
CYANOPHYCEAE							<i>Bulbochaete</i> sp.				2	2	1
<i>Gloeotrichia echinulata</i>	1	2	2				<i>Coelastrum microporum</i>				2	1	2
<i>Lyngbya dignetii</i>	3	1			1		<i>Scenedesmus gracile</i>				2	3	3
<i>Oscillatoria tenuis</i>	2	1			2	2	<i>S. quadricauda</i>				2	3	3
<i>Gloeocapsa aeruginosa</i>		1	1	2	1	2	<i>Ankistrodesmus falcatus</i>					2	2
<i>Anabaena affinis</i>			2	1	1		<i>Kirchneriella lunaris</i>					2	2
<i>Chroococcus limneticus</i>				2	2	1	<i>Gloeocystis gigas</i>					2	2
<i>Microcystis aeruginosa</i>				2	4	2	<i>Volvox globator</i>				4	2	2
<i>Aphanocapsa grevillei</i>					2	2	<i>Zygnema</i> sp.				2	2	2
CHRYSOPHYCEAE							DESMIDIACEAE						
<i>Dinobryon divergens</i>	2	1	1				<i>Closterium cornu</i>	2	1	2	1		
DINOPHYCEAE							<i>C. diana</i>	1	2	2	2	2	1
<i>Ceratium hirundinella</i>			1				<i>C. diana</i> var. <i>minus</i>			1	1		
EUGLENOPHYCEAE							<i>C. parvulum</i>	1	2	2	1		
<i>Phacus curvicauda</i>	1			1	2	2	<i>C. toxon</i>	1	2	2	1		1
<i>P. orbicularis</i>		1	2				<i>Cosmarium amoenum</i>						1
<i>P. pleuronectis</i>			1	1	1	1	<i>C. binum</i>	2	2	1			
<i>Euglena deses</i>						2	<i>C. circulare</i>	3	3		1		
BACILLARIOPHYCEAE							<i>C. contractum</i>						2
<i>Cymbella gracillis</i>	2	2	2	1	2	1	<i>C. contractum</i>						
<i>C. constrictum</i>						1	var. <i>ellipsoideum</i>	2	2		2		
<i>C. lanceolata</i>	1	1	1				<i>C. furcatospermum</i>	2	3				
<i>C. tumida</i>			1	2	2	2	<i>C. jenneri</i>			1	1		
<i>Fragilaria construens</i>	2	1	1	1	2	2	<i>C. lundellii</i>			1	1		
<i>Frustulia romboides</i>	2	1	1				<i>C. pachydermum</i>	2	2				
<i>Gomphonema angustatum</i>		1	1	2	2	2	<i>C. sublatere-undatum</i>	2	2			1	2
<i>G. constrictum</i>	1	1	2	1			<i>C. subortogonum</i>	2	2	1		1	2
<i>Eunotia lunaris</i>		1			1		<i>Euastrum ansatum</i>	2	2		2		1
<i>E. pectinalis</i>			1	1			<i>E. bidentatum</i>	1					
<i>Melosira varians</i>			2	2	2	3	<i>E. glaberrimum</i>	1					
<i>Navicula cryptocephala</i>						1	<i>Hyalotheca indica</i>	3	3	3	1	2	2
<i>N. exigua</i>			1	1	1		<i>H. dissiliens</i>					3	
<i>N. placentula</i>							<i>Micrasterias alata</i>	2	2		1	2	2
<i>Surirella robusta</i>			1	1	1	1	<i>M. crux-melitensis</i>	1	1	1			
<i>Tabellaria fenestrata</i>				1	1	1	<i>M. foliacea</i>	2	1		1		
CHLOROPHYCEAE							<i>M. lux</i>	2	1				
<i>Golenkinia radiata</i>	2	1	1	2	2	1	<i>M. mahabuleshwariensis</i>	2	2	2			
<i>Oedogonium</i> sp.	2	2	2	2	2	2	<i>M. pinnatifida</i>	2	2	2	2	1	1
<i>Spirogyra</i> sp.	2	2	1	2	2	2	<i>Netrium digitus</i>						
<i>Pediastrum araneosum</i>	1	1	1				var. <i>naegelii</i>	2	1	2	1	1	1
<i>P. boryanum</i>	2	1	2	2	2	1	<i>N. digitus</i>						
<i>P. duplex</i>	2	1	3	2	2	2	var. <i>lamellosum</i>	2	1	1			
<i>P. duplex</i>							<i>Pleurotaenium nodosum</i>	2	2	1	1	1	1
var. <i>clathratum</i>	1	1	2	1			<i>Staurastrum gracile</i>	2					
<i>P. tetras</i>		1	2	2	2	2	<i>S. iotatum</i>	1	2	1			
<i>P. tetras</i> var. <i>tetraodon</i>			2	2	1		<i>S. johnsonii</i>	2	1				
							<i>S. paradoxum</i>		1				

Note: Numerical figures mean the abundance of the appearance

(1: rare, 2: few, 3: common, 4: abundant, 5: extremely abundant)

Table 4. Comparison of newly appeared species with that of disappeared species.

	1960	1964	1967	1973	1977	
Species appeared	Cyanophyceae	<i>Gloeocapsa aeruginosa</i>	<i>Anabaena affinis</i>	<i>Chroococcus limneticus</i> <i>Microcystis aeruginosa</i> <i>Lyngbya diguetii</i>	<i>Aphanocapsa grevillei</i> <i>Oscillatoria tenuis</i>	
	Euglenophyceae	<i>Phacus orbicularis</i>	<i>Phacus pleuronectes</i>	<i>Phacus curvicauda</i>		<i>Euglena deses</i>
	Dinophyceae		<i>Ceratium hirundinella</i>			
	Bacillariophyceae	<i>Cymbella tumida</i> <i>Gomphonema angustatum</i> <i>Eunotia lunaris</i>	<i>Merosira varians</i> <i>Navicula exigua</i> <i>Surirella robusta</i> <i>Eunotia pectinalis</i>	<i>Tabellaria fenestrata</i>	<i>Eunotia lunaris</i> <i>E. pectinalis</i>	<i>Cymbella constrictum</i> <i>Navicula cryptocephala</i> <i>N. placentula</i>
	Chlorophyceae	<i>Pediastrum tetras</i>		<i>Volvox globator</i> <i>Bulbochaete</i> sp. <i>Coelastrum microporum</i> <i>Scenedesmus gracile</i> <i>S. quadricauda</i>	<i>Gloeocystis gigas</i> <i>Ankistrodesmus falcatus</i> <i>Kirchneriella lunaris</i>	
Desmidiaceae	<i>Staurastrum paradoxum</i>	<i>Closterium diana</i> <i>Cosmarium jenneri</i> <i>C. lundelli</i>	<i>Cosmarium circulare</i> <i>C. contractum</i> <i>Euastrum ansatum</i> <i>Micrasterias alata</i> <i>M. foliacea</i> <i>Zygnema</i> sp.	<i>Cosmarium amoenum</i> <i>C. contractum</i> <i>C. sublater-undatum</i> <i>C. subortogonium</i> <i>Hyalotheca dissiliens</i>	<i>Cosmarium toxon</i> <i>Euastrum ansatum</i>	
	Total 7	Total 10	Total 16	Total 12	Total 6	
Species disappeared	Cyanophyceae		<i>Lyngbya diguetii</i> <i>Oscillatoria tenuis</i>	<i>Gloeotrichia echinulata</i>	<i>Lyngbya diguetii</i>	<i>Anabaena affinis</i>
	Chrysophyceae			<i>Dinobryon divergens</i>		
	Euglenophyceae	<i>Phacus curvicauda</i>		<i>Phacus orbicularis</i>		
	Dinophyceae			<i>Ceratium hirundinella</i>		
	Bacillariophyceae		<i>Eunotia lunaris</i>	<i>Cymbella lanceolata</i> <i>Eunotia pectinalis</i> <i>Frustulia rhomboides</i> <i>Pediastrum araneosum</i>	<i>Gomphonema constrictum</i>	<i>Eunotia lunaris</i> <i>E. pectinalis</i> <i>Navicula exigua</i> <i>Pediastrum tetra</i>
Chlorophyceae			<i>Cosmarium binum</i> <i>C. Subortogonium</i> <i>Micrasterias cruxmelitensis</i> <i>M. mahabuleshwarsensis</i> <i>Netrium digitus</i> (Ehrb.) <i>Staurastrum iotanium</i>	<i>Pediastrum duplex</i> <i>Closterium cornu</i> <i>C. diana</i> Ehrb. <i>C. parvulum</i> <i>C. toxon</i> <i>C. circulare</i> <i>C. cotractum</i> <i>C. jenneri</i> <i>C. lundellii</i> <i>Euastrum ansatum</i> <i>Micrasterias foliacea</i>	<i>Cosmarium amoenum</i> <i>Hyalotheca dissiliens</i>	
Desmidiaceae	<i>Euastrum bidentatum</i> <i>E. glaberrimum</i> <i>Staurastrum gracile</i>	<i>Cosmarium circulare</i> <i>C. contractum</i> <i>C. furcatospermum</i> <i>C. pachydermum</i> <i>C. subratere-undatum</i> <i>Euastrum ansatum</i> <i>Micrasterias alata</i> <i>M. foliacea</i> <i>M. lux</i> <i>Staurastrum johosonii</i> <i>S. paradoxum</i>				
	Total 4	Total 14	Total 14	Total 13	Total 7	

Table 5. Changes in dominant genera of Sara-ike pond from 1959 to 1977.

Year	1959	1960	1964	1967	1973	1977
Dominant genera	<i>Cosmarium</i>	<i>Cosmarium</i>	<i>Pediastrum</i>	<i>Volvox</i>	<i>Microcystis</i>	<i>Scenedesmus</i>
	<i>Micrasterias</i>	<i>Closterium</i>	<i>Closterium</i>	<i>Pediastrum</i>	<i>Scenedesmus</i>	<i>Melosira</i>

Table 6. Values of simple quotient and compound quotient of Sara-ike pond from 1959 to 1977.

	1959	1960	1964	1967	1973	1977
Simple quotient	1.3 $\left(\frac{34}{27}\right)$	1.3 $\left(\frac{32}{25}\right)$	1.5 $\left(\frac{25}{17}\right)$	1.9 $\left(\frac{30}{16}\right)$	2.5 $\left(\frac{27}{11}\right)$	2.4 $\left(\frac{24}{10}\right)$
Compound quotient	1.4 $\left(\frac{38}{27}\right)$	1.5 $\left(\frac{37}{25}\right)$	1.8 $\left(\frac{31}{17}\right)$	3.4 $\left(\frac{55}{16}\right)$	3.2 $\left(\frac{35}{11}\right)$	3.2 $\left(\frac{32}{10}\right)$

似た13溜池中に生息する植物性プランクトンの組成を比較してみると、出現種の種類 (Table 2) において相違がみられる。これは環境の変化によるためであることは言うまでもないが、特に近年宅地造成などの影響が大きかったものと思われる。大久保町西南の皿池は田畑に囲まれた溜池で一部道路に面しているが汚水、排水などの混入の少ない溜池であり、1959年、1960年の調査時には水色も青緑色を呈し、貧栄養的な溜池に見受けられたが、植物性プランクトンとしては鼓藻類が多く、*Micrasterias*, *Euastrum*, *Staurastrum*, *Cosmarium* などの大型種が目立っていた。1964年、1967年には新出現種、消滅種が急激に増加するとともに各属とも小型化してきている (Table 4)。これらの種の遷移は宅地造成その他の影響による環境水質の変化によるものと考えられる。また、Fig. 2 に示すとおり、1959年、1960年には鼓藻類の出現が比較的多くみられたが、1964年には鼓藻類が減少し、1967年には鼓藻類以外の緑藻類の増加がみられる。1973年には鼓藻類以外の緑藻類や藍藻類が主となり、1977年には種類数が一様に減少する傾向がみられるが、これらの種類数の減少は、溜池の水質が中栄養から富栄養へと推移した結果によるものと考えられる。溜池は天然池と異なり、必要に応じて放水するので天然池に比較すれば水の交代が烈しく、従って腐植質の推積量も比較的少ないので富栄養化しにくいと思われる。溜池は一般に池が浅く底が平板状であり、水草の繁茂し易い条件をそなえているのでそれらの腐植によって逆に富栄養化し易いという面もある。従って溜池の特徴としては、水質の変動が大きく、出現種や出現量の変動が大きい

ことが考えられる。しかし常に調査時に出現をみる固定化した種もありそれらの種は水質の多少の変化にも耐え得る程に適応性の強い種と考えられる。それらの種は皿池だけでなく当地方の他の溜池においても固定化されてよく出現する。

それらの種は大久保町南西の皿池においては鼓藻類の *Closterium diana* EHRB., *Hyalotheca indica* TURN., *Micrasterias pinnatifida* (KÜTZ.) RALFS, *Netrium digitus* (EHRB.) ITZIG. var. *naegellii* (BRÉB.) KRIEG., *Pleurotaenium nodosum* (BAILEY) NAEG. 鼓藻類以外の緑藻類では *Golenkinia radiata* CHOD., *Oedogonium* sp., *Pediastrum boryanum* (TURP.) MENEGH., *Pediastrum duplex* MEYEN, *Cymbella gracilis* (RACIB.) CL., *Fragilaria construens* (EHRB.) DE TONI などで皿池のみならず一般的に広く出現をみる種類である。

Desmids の同定に当っては特に平野 (1955-60, 1956-1974), 藍藻に関しては広瀬 (1937, 1959, 1977) 珪藻に関しては渡辺 (1962) を参照した。また、チリモ類の遷移に関しては伊藤 (1967) に負うところが多い。終りにあたり、本稿のご指導とご校閲を賜った神戸大学名誉教授広瀬弘幸博士に心から謝意を表します。

引用文献

- 広瀬弘幸 1937. 北海道産藍藻類 植研. 13: 22-29, 13: 13-16., 13: 17-18., 14: 12-18., 14: 13-24.
 広瀬弘幸 1959. 藻類学総説. 内田老鶴圃, 東京。
 広瀬弘幸 他 1977. 日本淡水藻図鑑. 内田老鶴圃, 東京。

- HIRANO, M. 1955-1960. Flora desmidiarium japonicarum. Conter. Biol. Lab. Kyoto Univ. 1: 1-56, 2: 57-106, 4: 107-165, 5: 166-225, 7: 226-301, 9: 302-386, 11: 387-474.
- HIRANO, M. 1956. Notes on phytoplankton from the lakes of Hokkaido (1). Acta Phytotax. Geobot. 16: 170-173.
- HIRANO, M. 1958. Notes on phytoplankton from the lakes of Hokkaido (2). Acta Phytotax. Geobot. 17: 167-169.
- HIRANO, M. 1974. Freshwater algae from North Borneo. Contr. Biol. Lab. Kyoto Univ. 24: 121-144.
- 伊藤市郎 1967. 茂林寺沼の藻類および有殻アメーバ類の生態学的研究 2. 藍藻群落と緑藻群落の遷移。群馬生物 16: 60-63.
- 水野寿彦 1970. 池沼の生態学 生態学研究シリーズ 1. 築地書館, 東京。
- NYGAARD, G. 1949. Hydrobiological studies on some Danish ponds and lakes, 2. The quotient hypothesis and some new little known phytoplankton organisms. Dan. Vid. Selsk., Biol. Skr. 7(1): 1-293.
- 西条八束 1957. 湖沼調査法 古今書院, 東京。
- THUNMARK, S. 1945. Zur Soziologie des Süswasserplanktons. Folia Limnol. Scand. 3, 66 pp.
- 渡辺仁治 1962. 北海道常呂川の水質汚濁に対する珪藻の種類数に基づく生物指標。日生態誌 12: 216-222.

—100頁から続く—

- influence of light intensities on the adherence of the conchospores of *Porphyra yezoensis*. (See: Oceanologia et Limnologia Sinica. X(2)).
- *140. Tseng, C. K. and B. R. Lu: Studies on the Sargassaceae of the Xisha Islands, Guangdong Province, China II. (See: Studia Marina Sinica, No. 15)
- *141. Zhang, C. F. (Chang, C. F.) and B. M. Xia: Studies on some marine red algae of the Xisha Islands, Guangdong Province, China II. (See: Studia Marina Sinica, No. 15)
- *142. Guo, Y. J. (Kuo, Y. C.), H. Q. Zhou and J. S. Ye: Studies on some marine red algae of the Xisha Islands, Guangdong Province, China. (See: Studia Marina Sinica, No. 15)
- *143. Jiang, B. Y. and Zh. J. Tang: Mature sporophytes cultured from the male gametophytes of *Laminaria japonica* ARESCH. (in Chinese)
- *144. Jiang, B. Y. and Zh. J. Tang: Induction of auxins in male gametophytes of *Laminaria japonica* ARESCH. (in Chinese).

〔以上〕