

木崎湖の陸水生物学的研究

平野年秋・草間真知子

A limnobiological study of the Kisaki-lake

by

T. HIRANO and M. KUSAMA

緒 言

仁科三湖は長野県大町市の北部にあって、西後方に後立山連峰、針の木、レンゲ、鹿島槍、五竜、祖父、白馬等の北アルプス連山をひかえ、南は松本盆地の周辺にあたる安曇野（あずみの）の平地を展開している。三湖の最北に位置する青木湖の南端から流れ、その三湖を連珠状につないでいる農具川は中綱湖を経て途中数条に分かれてこの地方一帯の耕地を灌漑している。これら三湖のうち北から青木湖、中綱湖そしてその最後の受水区域が木崎湖で周囲約6 km、面積1413m²でその水深は最深部で29.5mを有する。

木崎湖に関する研究は古く大正時代からの資料があり、田中阿歌磨呂博士の著「日本北アルプス湖沼の研究」にその全容が詳細に記されている。また名古屋大学理学部水質研究施設においても木崎湖の水質に関して長年の間研究がなされてきているが、生物学的方面から研究した最近の資料は比較的少ない。私たちは1966年8月8日～10日にわたり本湖水に関する陸水生物学的研究を行ない、その一環としてプランクトンの調査ならびに木崎湖に流入する川、湖水から流出する川の生物相を調査をしてきたのでその結果について報告する。

なお本文に入るに先だち、終始懇切な御指導を賜った本学広正義教授ならびに調査にあたって御協力を頂いた藤井富美子助教授、本学生活科学研究所の中西良氏に深く感謝の意を表する次第である。

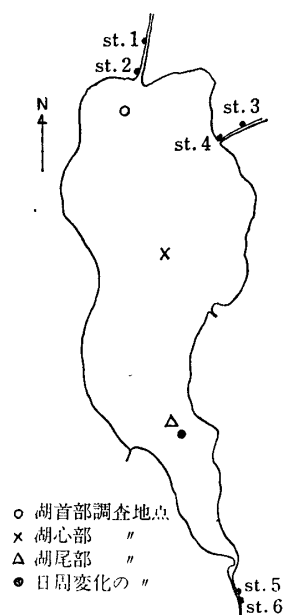
夏季におけるプランクトンの垂直分布と日周変化

1. 調査方法

木崎湖の湖尾部、湖心部、湖首部において第1図に示すように各地点を選び採水器を用いておのおの層別にプランクトンを採集しその垂直分布を観察した。またあわせて湖尾部にほど近いところを定点（水深10m）として上層、中層、下層の三層を採水してその垂直分布を時間的に比較研究した。

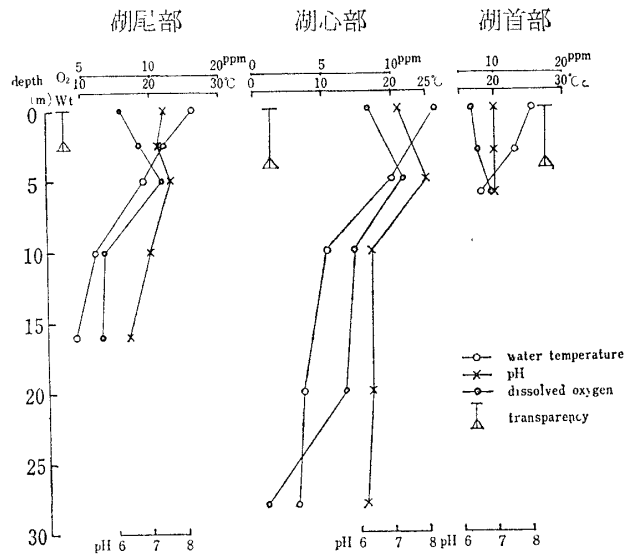
2. 環境概要

プランクトンの分布に最も関係の深いと考えられる水温、pH、溶存酸素量、透明度については第2図に示す通りである。このうち水温は気温の上昇にともない表層の水温は上昇し、冷たい重い水が下層におりてその上に暖かい軽い水がのり水層は安定している。湖尾



第1図 プランクトン採集点および流入河川における調査地点

部は、16時50分に測定したものであるが、表層の水温は26°Cで、深度16mでは9°Cとなりきれいな正列成層をなしている。0~16m間の水温差は17°Cで5~10mに明らかな水温躍層がみられる。湖心部においても湖首部と同様な水温成層をなしている。ここは翌9日の16時に調査を行なったのであるが、気温は31.2°Cで表面水温は26.2°C、5m附近までが表水層となり、それより下層15mのところまで躍層が続いており(20.0~7.2°C)、その下方は深度が増すにつれて水温の変化はそれほど大きくはなくほぼ一定の温度を保っている(7.0~6.0°C)。また湖首部でも微弱であるが水温躍層のあることがみとめられる。



第2図 水温, pH O₂ 量の垂直分布

pHは、湖首部においては、全層とも殆んど変化はなく、7.0の中性を保っている。湖心部、湖尾部では表層が微アルカリ性を示しているが下層に降下するにしたがい酸性となっている。しかしいずれも5m附近では最も高くなり湖心部では8.0を呈する。

溶存酸素量はいずれの地点も表水層では過飽和の状態、特に変水層と出合う5m附近では飽和度が大きい (ca. 130%)。なおこの湖は夏季において水泳キャンプ場として絶好の場所であり、昼間は観光客などがモーターボートを走らせたり他の水上乗物などで充分水が攪拌され空気中から酸素が取り入れられること、4m近くもある透明度から植物プランクトンが充分光合成活動 (特にこの湖で優占している珪藻の *Fragilaria crotenensis* の影響が大なりと思われる) を行なうことが出来るためか、上記のような過飽和状態が呈されるであろうと思われる。また特に湖心部の底層では殆ど無酸素に近い状態であり (0.81ppm)、そういった環境を反映してか *Chaoborus* sp., *Tubifex* sp. が多数個体採集された。なお底生動物に関しては、別の機会に報告する。

3. 結果および考察

1) プランクトンの垂直分布 (第1表)

湖尾部では、17時、表水層、2.5, 5, 10, 16mの5層わたって採集を行なった。種類数はひじょうに少なくこの湖の優占種である珪藻の *Fragilaria crotenensis* 以外動植物性プランクトンあわせて6種類しかみられない。渦鞭毛虫の *Peridinium* が少数個体全層にわたって出現している。表層では動物性プランクトンとしては、*Asplanchna priodonta* が多くみとめられ、*Bosminopsis deitersi* は水温躍層上の表水層にのみ現われている。

湖心部では、15時30分、透明度405cm、水深28mの地点において5層にかけて採集を行った結果、この地点では植物性プランクトンはこの湖の最優占種の *Fragilaria cortensis* が多く出現している。また動物性では *Bosminopsis deitersi* が表面に多く出現していることは湖尾部に似ているが、この地点では Nauplius がこれにつづいている。他に *Polyarthra trigla*, *Ploesoma truncatum* が表層にわずかみられる。なお、水温躍層より下方にかけては前記の Rotatoria や Cladocera, Copepoda の幼生の出現が少なくなりそれにかわって *Peridinium*

spp. が多く分布している。

湖首部では、午後2時半採集を行ったが、この地点では湖尾部、湖心部に比べてより多くのそして富栄養化された池沼型の種類がみられる。すなわち前述の二つの場所に出現した同じ種

種 名	湖 尾 部					湖 心 部					湖 首 部		
	0	2.5	5	10	16	0	5	10	20	28	0	3	6
藍 藻 類											++		
<i>Oscillatoria tenuis</i>											++	++	
<i>Lyngbya birgei</i>													
珪 藻 類													
<i>Melosira varians</i>										+		+	
<i>Me. italica</i>	+				+	+		+		+	+		
<i>Me. undulata</i>							+						
<i>Asterionella formosa</i>												+	
<i>Fragilaria crotenensis</i>	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++
緑 藻 類													
<i>Dictyosphaerium pulchellum</i>												+	
<i>Ulothrix zonata</i>												+	
<i>Spyrogyra</i> spp.												+++	
原 生 動 物													
<i>peridinium</i> spp.	+	+	+	+	+			++	++	++	+	++	
<i>Trachelomonas volvocina</i>											++		
<i>Eudorina elegans</i>							+				+		
<i>Arcella vulgaris</i>											+		
輪 虫 類													
<i>Asplanchna priodonta</i>	++												
<i>Polyarthra trigla</i>							+			+			
<i>Ploesoma truncatum</i>	+						+						
鰓 脚 類													
<i>Bosmina longirostris</i>								+	+		+	+	
<i>Bosminopsis deitersi</i>	+	++					+++	+	+	+	++	++	++
<i>Diaphanosoma brachyrum</i>													
橈 脚 類													
<i>Mesocyclops leuckarti</i>	+			+					+				
Nauplius							++	+	+	+	+		

第1表 木崎湖三地点におけるプランクトンの垂直分布

類のものもみられるが、その他に汚水性の藍藻 *Oscillatoria tenuis*, *Lyngbya birgei* や緑藻の *Dictyosphaerium pulchellum*, *Ulothrix zonata*, *Spirogyra* spp. などが出現している。また原生動物の *Peridinium* spp. と *Trachelomonas volvocina*, *Bosminopsis deitersi* 以外、動物性プランクトンは殆んどあらわれない。この現象は湖首部の沿岸に養鶏場があること、また流入河川に附近の民家よりの下水が流れ込みそれによる影響ではないかと考えられる。

2) プランクトンの日周変化

湖尾部の場合調査地点を定め、その場所において日没前、日没後、夜間(22時)、日の出前、日の出後(9時15分)、昼間(14時)と各時間毎に上層、中層、下層の三層について採水し、プランクトンの日周変化について観察しそれを第2表に示す。採水量の少なかったため日周変化は余り顕著に現われていないが一つの傾向として *Fragilaria crotenensis* が量的に最も優占し、各採集毎全層に出現しており、それに次いで *Melosira italica* が多くみられる。また *Me. granulata* var. *angustissima* が日の出後から昼間にかけて表層に多く出現し、他の珪藻類は殆ど下層に出現している。珪藻は、水中に磷酸塩、硝酸塩、硅酸塩の最も多量るとき、すなわち冬から春へかけて増殖する(上野, 1960)、そして湖水等ではその増殖の始めには、2~3mから10m位のところに多く、これが増殖と共に漸次下方に多くなり、終いには下層のみに発見されると、小久保(1960)は述べているが、本湖も調査時には丁度このような状態を示しているものと思われる。

動物性プランクトンでは、*Peridinium* spp., *Dinobryon divergens*, *Mallomonas* sp., *Eudorina elegans* などの原生動物が出現し、また Rotatoria のうち *Asplanchna priodonta* は殆ど表層近くに分布している。*Poryarthra trigla* は光に影響されることなく、変水層に分布している。*Ploesoma truncatum* は日没前にわずか表層に上っていく傾向があるが、殆ど下層に沈んでいる。Cladocera の仲間ではあらゆる湖沼に出現する一般的な *Bosmina longirostriis*, *Bosminopsis deitersi*, *Diaphanosoma brachyrum* が当湖にも見られた。*Bosmina longirostriis* は日没後、一時上昇運動を行なうが、その後朝方にかけて下降していく傾向がある。*Bosminopsis deitersi* は昼間下層にいるが、日没後は中層から表層にかけてひじょうに多数分布している。また日の出前直前にも表層に多く出現してきている。この移動の型は「薄明時の移動」と云われ、この種には負の走光性(背日性)をもつということである。Copepoda の類では *Mesocyclops leuckarti* がみられ、これは殆ど下層に分布している。これの Nauplius は中層から上層にかけて出現している。

木崎湖40年前の夏季資料(菊地, 1925)と比較してみると、昔多量に観察できた *Ceratium hirundinella*, *Polyphemus*, *Holopedium*, *Nebela* は全くみられなく前種のものより、より栄養分にとんだ湖沼に出現する *Peridinium*, *Dinobryon*, *Eudorina*, *Arcella*, *Mesocyclops* などが現われている。やはりこれらのことから数10年間のうちに湖の周辺からの汚水流入或いは夏季における水泳キャンプ等により幾分汚染され、かつては中栄養湖沼型をしていた湖が徐々に富栄養化しつつあるのではないかと思われる。

種 名	調査時間 水深 (m)			日没前 (17:00)	日没後 (19:30)	夜 (22:00)	日の出前 (6:15)	朝 (9:15)	昼 (14:00)
	0	5	10	0	5	10	0	5	10
藍藻類									
<i>Oscillatoria sancta</i>					+				+
<i>Lyngbya</i> sp.	+								
紅藻類									
<i>Melosira varians</i>					+				+
<i>Me. italica</i>	+	+	+	++	+	+	++	+	+
<i>Me. undulata</i>		+			+	++			+
<i>Me. ambigua</i>					+				
<i>Me. granulata</i> var. <i>angustissima</i>								+++	++
<i>Cyclotella meneghiniana</i>									+
<i>Tabellaria fenestrata</i>	+			+	+				++
<i>Fragilaria crotenensis</i>	+++	+++	++	+++	+++	+++	+++	+++	+++
<i>Synedra ulna</i>			+		+				++
<i>Pinnularia tabellaria</i>					+				
<i>Pi. gibba</i>									+
<i>Pi. viridis</i>									+
<i>Pi. spp.</i>									+
<i>Naviculla rhyncocephala</i>					+	++			+
<i>Na. lacustris</i>		+							
<i>Cymbella ehrenbergii</i>					+				
<i>Cy. ventricosa</i>									+
<i>Cy. parva</i>									+
<i>Nitzschia vermicularis</i>									+
<i>Surirella robusta</i>	+								++
緑藻類									
<i>Dictyosphaerium pulchellum</i>									+
<i>Spirogyra</i> spp.	+								
<i>Staurastrum lunatum</i>									+
原生動物									
<i>Peridinium</i> spp.	+	+	+	+	++	++	+	+	+
<i>Dinobryon divergens</i>									++
<i>Chlamydomonas</i> sp.				+	+				
<i>Mallomonas</i> sp.									++

<i>Eudorina elegans</i>	+	++	+	+	+	+	+	
<i>Pandorina morum?</i>								+
<i>Diffugia corona</i>								+
<i>Di. acuminata</i>	+							
輪虫類								
<i>Asplanchna priodonta</i>	++	h					+	+
<i>Polyarthra trigla</i>			+	+		+	+	+
<i>Ploesoma truncatum</i>	++	++	++		+	+	+	+
<i>Lecane sp.?</i>								
鰓脚類								
<i>Bosmina longirostris</i>			++	+	+	+	+	+
<i>Bosminopsis deitersi</i>	+	+	++	+	+	+	+	+
<i>Diaphanosoma brachyrum</i>			+					
橈脚類								
<i>Mesocyclops leuckarti</i>	+		++	+	+	+	+	+
Nauplius	+		++	+	+	+	+	+

第2表 プランクトンの昼夜移動

木崎湖に流入ならびに流出する河川の底生動物と藻類

1. 調査場所

流入する河川では青木湖，中綱湖，木崎湖をつなぐ農具川において木崎湖に近い地点に2地点と，湖水の北東，海の口（いっつ）部落を経て流入する細流で2地点の計4地点，また流出する川では信濃木崎駅附近で2地点をそれぞれ選び採集した。なお採集地の略図は第1図に示す。

調査時における水温，pH，水深ならびに底質を一括表示すると第3表の通りである。

調査地点	日時分	気温℃	水温℃	pH	水深cm	底質	
流出する川	st. 1	9-VIII 11:20	28.0	15.9	6.6	15~20	石礫底
	st. 2	〃 11:50	28.0	16.9	6.6	25~30	砂泥底
	st. 3	〃 10:00	31.8	16.0	6.8	10	石礫底
	st. 4	〃 10:40	31.8	18.0	6.8	10	石礫底
流入する川	st. 5	〃 17:30	—	—	—	10~15	石礫底
	st. 6	〃 17:00	—	—	—	10~15	砂底

第3表 調査地点の環境概要

2. 調査方法

各地点において50×50cmのブリキ製のコドラートを水底にしすめ，その下流に金網で作った

() 内は個体数

	st. 1 mg	st. 2 mg	st. 3 mg	st. 4 mg	st. 5 mg	st. 6 mg
蜉 蝣 目						
<i>Ephemerella</i> sp. nG	225.8(19)		78.0 (5)			
<i>Ephemerella</i> sp. nF		11.2 (1)				
<i>Ephemerella</i> sp.	1.5 (1)					
<i>Baetis thermicus</i>	9.7 (4)		2.2 (2)	4.3 (1)	2.7 (2)	
<i>Epeorus latifolium</i>			4.0 (1)			
蜻 蛉 目						
<i>Lanthus fujiacus</i>		35.1 (1)				
襁 翅 目						
<i>Protonemura</i> sp.			84.9(14)			
<i>Amphinemura</i> sp.						10.6 (1)
毛 翅 目						
<i>Rhyacophila</i> sp. RE			24.1 (1)			
<i>Hydropsyche echigoensis</i>			237.3 (4)			
<i>Hydropsyche ulmeri</i>	435.8(42)		48.2 (6)		402.4(46)	
<i>Hydropsyche ulmeri</i> の 蛹	43.8 (2)				220.7 (6)	
<i>Brachycentrus</i> sp. BB	1.8 (1)					
鞘 翅 目						
<i>Eubrinax granicollis</i>			19.9 (2)			
双 翅 目						
<i>Spaniotoma</i> sp.		54.9(15)				
Chironomidae	1.5 (5)		1.0 (4)	1.4 (4)		
<i>Simulium</i> sp.			207.1(42)			
<i>Antocha</i> sp.	5.8 (2)					
<i>Atherix</i> sp.			7.2 (4)	3.7 (1)		1.3 (1)
そ の 他						
<i>Asellus nipponensis</i>				2.4 (1)		
<i>Tubifex</i> sp.		28.9 (3)		19.1 (3)		
蛭 類					13.4 (3)	11.3 (2)
プラナリア			55.3 (2)	88.6 (6)		
カワニナ			13.8 (1)			20.1 (2)
モノアラガイ					4.8 (1)	26.5 (4)
総 重 量	725.7	130.1	783.0	119.5	644.0	69.8

第4表 木崎湖流出入河川の水生昆虫相

ザルを置き、石礫・砂などをすくいとりその中の水生昆虫等を約10%ホルマリン液で固定して、研究室にもちかえて種類を同定し、個体数を数え重さをはかって数量的関係を調べた。

また、st. 3とst. 4においては、人の頭大の石に付着している藻類をブラシでこすりとり、ホルマリン液で固定し、研究室にもちかえり検鏡してその種類を同定した。

3. 結果および考察

前記の方法で調査した水生動物相は、前頁の第4表で示した通りである。

sf. 1では蜉蝣目3種、毛翅目3種、双翅目2種で種類数は多くはないが、個体数、現存量ともかなり豊富である。特に蜉蝣目の *Ephemerella* sp. nG が19個体で225.8mgであり、またこの地点の個体数、現存量ともに優占種である *Hydropsyche ulmeri* が42個体もみられ、その重量は435.8mgもある。st. 2は、st. 1とくらべて流速がかなりおちて、底質は礫がなく、小石か砂泥である。そこではいわゆる造網型や固着型のようなものはいなく、掘潜型の *Lanthus*

	st. 3	st. 4		st. 3	st. 4
藍藻類			<i>Na. spp.</i>		+
<i>Oscillatoria tenuis</i>	+	+	<i>Cymbella ventricosa</i>		+
<i>Lyngbya birgei</i>		+	<i>Cy. tumida</i>		+
矽藻類			<i>Cy. turgidula</i> var. <i>nipponica</i>	+	+
<i>Melosira varians</i>	+	+	<i>Cy. naviculiformis</i>	+	+
<i>Diatoma hiemale</i> var. <i>mesodon</i>	+		<i>Gomphonema parvulum</i>		+
<i>Fragilaria crotensis</i>	+	+	<i>Go. olivaceum</i> var. <i>minutissima</i>	+	
<i>Fra. construens</i> var. <i>venter</i>	+		<i>Nitzschia fonticola</i>		+
<i>Synedra ulna</i>	+	+	<i>Nt. kitzingiana</i>		+
<i>Sy. truncata</i>	+	+	<i>Nt. paleacea</i>		+
<i>Sy. nipponica</i>		+	<i>Surirella angustata</i>		+
<i>Cocconeis placentula</i> var. <i>euglypta</i>	+	+	<i>Su. linearis</i>		+
<i>Co. placentula</i> var. <i>lineata</i>		+	<i>Su. sp.</i>	+	
<i>Achnanthes lanceolata</i>		+	緑藻類		
<i>Ach. heteromorpha</i>	+	+	<i>Scenedesmus quadricauda</i>		+
<i>Pinnularia Braunii</i> var. <i>amphicephala</i> fo. <i>nipponica</i>		+	<i>Hormidium</i> sp.		+
<i>Stauroneis anceps</i>		+	<i>Spirogyra</i> sp.	+	+
<i>Frustulia vulgaris</i>		+	<i>Cosmarium subcrenatum</i>		+
<i>Navicula cari</i>	+	+	<i>Staurastrum alternans</i>	+	+
<i>Na. exigua</i>	+	+	根足虫綱		
<i>Na. anglica?</i>		+	<i>Arcella vulgaris</i>	+	
<i>Na. atomus</i>		+			
<i>Na. cryptocephala</i> var. <i>veneta</i>	+	+	Nematoda	+	

第5表 木崎湖流入河川の石付着藻類

fujiacus と、ユスリカ科では *Spaniotoma* sp. が殆どである。st. 3 は、種類数がかかなり豊富に出現している。昆虫相は蜉蝣目 3 種、積翅目 1 種、毛翅目 3 種、鞘翅目 1 種、双翅目 3 種と計 5 目 11 種と他にプラナリア、カワニナがみられる。現存量も豊富で、*Hydropsyche echigoensis* が最も大きかったが、個体数では *Simulium* sp. が大層優占している。前地点と水質は殆ど同じであるが湖口にほど近い st. 4 では、種類数、個体数、現存量のいずれも貧弱である。昆虫相は殆どみられなく、イトミミズ、プラナリアが少し出現している。st. 3 と st. 4 とを比較してみると、pH、川床の型はよく似ているが、生物相にこのような大きな違いがみられるのは、st. 4 の方が湖口に近く湖面の波などにより攪拌されるため水質自体にその違いがみられるのではないかと考える。

次に流出する川での昆虫相であるが、st. 5 は種類数が極めて貧弱で、シロハラコカゲロウとウルマーシマトビケラのみである。現存量、個体数において *Hydropsyche ulmeri* が豊富にあらわれて造網型係数が高い。したがってこの川の群集構造は極相に達して安定しているといえる。st. 6 では、st. 5 と近いにもかかわらず、底質がさきの石礫底にくらべて砂底であるため出現する種類に大きな違いがみられる。すなわち個体数、現存量ともに貧弱で、優占種はあきらかでない。

また、石面付着藻類に関しては、st. 3 と st. 4 において調査したのでその種類と相対的頻度を第 5 表に示しておく。st. 3 においては、緑藻類の *Spirogyra* sp. が優占種となって現われ、その間に硅藻類がわずかにみられた程度である。st. 4 では、前地点に比較して硅藻類が、種類、量とも豊富にあらわれ、特にこの地点の優占種である *Melosira varians* と他の硅藻とによって作られたマット様の群体が川底表面に広くおおっている。このように藻類においても、二地点が近いにもかかわらず、群集構成上、かなりの差異がみられることは興味深いことである。今後さらに無機的環境、藻類、動物相等を一体にしてこの研究を進めてゆきたいと思う。

摘 要

(1) 二科三湖のうち、最南にある中栄養湖沼型の木崎湖（最大深度 29.5 m）の夏季における水質とプランクトン相ならびに流出入河川の底生生物相について述べた。

(2) 5 ~ 10 m の所に変水層をもち明らかな正列成層をなしている。pH は 7.0 からアルカリ性に傾き、特に 5 m 附近が大きい。溶存酸素量は、表水層で過飽和になり、5 m 附近が最大、特に湖心部の底層は殆ど無酸素状態を呈している。

(3) プランクトンは量的にも、種類数もあまり多くはない。動植物プランクトンあわせて全層全域にわたり硅藻の *Fragilaria crotenensis* が優占している。

(4) 40 年前の木崎湖の資料と比較すると種類構成上、幾分富栄養化に出現する種がみとめられる。

(5) 流入河川の底生動物相は、湖口より離れた石礫底の所では昆虫相がかかなり豊富に出現しているが、湖口にほど近い点では湖水の影響をうけるためか出現構成がかわり現存量も著しく減少する。流出する川での石礫底の昆虫の現存量は豊富で造網係数は著しく高い。

(6) 流入する川での付着藻類は、湖口に近いところでは、流速がかかなりおちて *Melosira varians* を優占種とする硅藻等が川床表面に広くおおっている。湖口から離れた地点では *Spirogyra* sp. が優占性を示している。

参 考 文 献

- 1) 上野 益三：(1960) 淡水生物学 (第2版)
- 2) 小久保清治：(1960) 海洋湖沼プランクトン実験法 (第2版)
- 3) 菊地 健三：(1929) 木崎湖中綱湖及青木湖のプランクトン, 日本北アルプスの研究, 609~621