

諏訪湖におけるノロ (*Leptodora kindtii*) の現存量

磯部吉章*・四宮浩子*・沖野外輝夫**

Seasonal Changes in the Standing Crops of *Leptodora kindtii* in Lake Suwa, Japan

Yoshiaki ISOBE, Hiroko SHINOMIYA and Tokio OKINO

まえがき

淡水の動物プランクトン中でもっとも大きく、かつ、肉食性のノロ (*Leptodora kindtii*) は食物連鎖上重要な位置にある。それにもかかわらず、わが国では、*L. kindtii* についての報告は極めて少ない。諏訪湖はわが国で代表的な富栄養湖であり、1910年代から多くの陸水学的あるいは生物学的な研究が行われてきた。それらの中で *L. kindtii* についての記載は倉沢ら(1952 a, b, 1970, 1971, 1976) 山岸(1973)、青山、山岸(1972)の報告に見られるが、*L. kindtii* のみを対象とした研究は未だ報告されていない。山岸(1973)は諏訪湖における食物連鎖の主要な経路を図化しているが、その特異な経路として *L. kindtii* の存在を指摘している。

本報告はこの *L. kindtii* の現存量について、その季節的变化を明らかにすることを中心にして、他のプランクトンに対しての量的な比較を行い、*L. kindtii* の諏訪湖における生態系での役割を明らかにする基礎的な知見を得ることを目的としている。

諏訪湖は長野県では最大の湖であり、海拔759 m、湖面積 13.30 km²、最大深度6.5m、平均深度4.1mと報告されている。流入河川は大小合わせて26河川であるが、流出河川は湖南西の釜口水門から流出する天竜川が唯一である。

諏訪湖は1900年初期の田中(1915)の調査時にすでに中栄養から富栄養の湖として分類されている。しかし、近年はわが国の他の湖と同様に人為的な富栄養化が進行し、過度の栄養化による「水の華」現象が常習的に起っている。結果として湖内の生物量はきわめて多く、その現況についてはすでに IBP-PF (国際生物学事業計画、淡水域生産力研究)の一環として調査結果が報告されている(倉沢・他、1973)。

調査方法

試料の採取は1977年4月から11月にかけて毎月1回行った。採取地点は図1に示すように、信州大学理学部付属諏訪臨湖実験所前から湖心に向けて1, 2, 3, 4, 5, 6 mの各深度ごとに行っている。サンプリングは開閉式層別採取用ネットによる1 m毎の層別採取と丸トクネットによる全層垂直曳採取とを併用した。ネットのメッシュサイズは××13 (0.1 mm) である。

採取された試料は実体顕微鏡下で *Leptodora kindtii* とその他の動物プランクトンに分別し、*L. kindtii* については全個体の体長測定、雌雄の判別、雌の育房内の卵数および幼生数の確認を行った。*L. kindtii* の体長と乾重量との相関を知るために体長2 mm から8 mm までの個体を1 mm 間隔で分け、それぞれの平均乾重量を測定した。

他の動物プランクトンについては、得られた試料全量を1,000 rpm で、20分間遠心し、その濃縮試料から

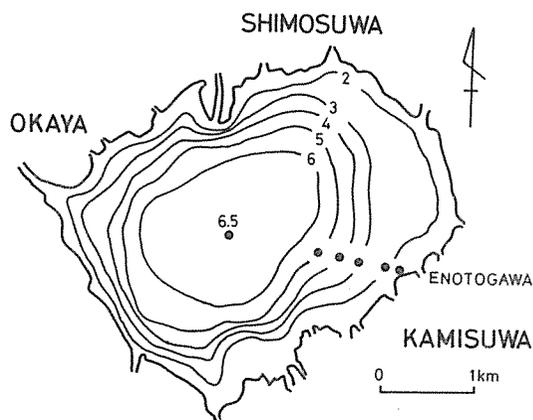


図1 諏訪湖々盆と調査地点(●)。

Fig. 1. The sampling station and the lake basin of Lake Suwa.

* 東邦大学理学部, Fac. Sci. Toho Univ.

** 信州大学理学部, Fac. Sci. Shinshu Univ.

0.05ml, 又は0.01mlを2試料とり, これについて顕微鏡下で種の同定と種ごとの個体の計数を行っている。

採取時の環境要因としては気温および水温(電気水温計, 東邦電探 EST-3型), 透明度(セッキ-円板), 水中相対照度(セレンウム光電池水中照度計, 村山電気社製), pH(ガラス電極, 東亜電波, HM-5A型)および溶存酸素量(ウィンクラー法)を測定した。

結 果

最初に調査時期の環境状態を概説すると次のようになる。循環期でもある4月は表層と底層間の水温差はほとんどなく平均14.4°Cで, 6月頃から弱い成層が生じ, 7月には表層26.5°C 底層21.1°Cともっとも差が大きくなる。しかし, その差は約5°Cと小さい。9月からは再び表層, 底層間の温度差はなくなり, 11月には約11°Cに低下する(図2)。透明度は4月が158 cm

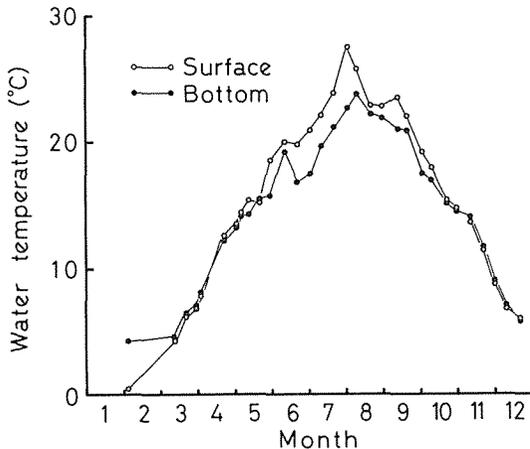


図2 湖心における水温の季節変化。
(—○—; 0 m, —●—; 6 m)

Fig. 2. Seasonal change of water temperature at the lake center of L. Suwa in 1977.

と調査期間中もっとも高く, 「水の華」発生時の8月は30 cm以下と最低になる。水中相対照度の1%の深さから推定される生産層は4月では5 mに達するが, 8月には1 mにも達していない。pHは4月, 6月と11月は7~8であるが, 夏季の表層では植物プランクトンの光合成の活発化によって9以上にまでなり, 一方底層は7付近にとどまっている。溶存酸素量は夏季表層においては過飽和状態を呈するが, 底層では7月から8月にかけても20~40%程度の飽和度を維持しており, 無酸素状態には至らない(図3)。

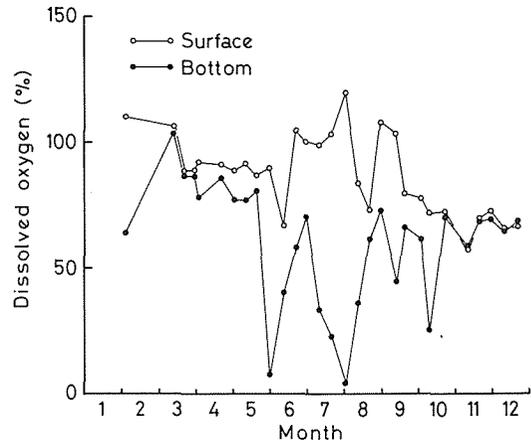


図3 湖心における溶存酸素飽和度の季節変化。
(—○—; 0 m, —●—; 6 m)

Fig. 3. Seasonal change in dissolved oxygen content at the lake center of L. Suwa in 1977.

動物プランクトンの総出現種数は40種で, そのうち原生動物4種, ワムシ類25種, 甲殻類11種であった。原生動物では *Carchesium polypinum* が主要種で, 個体数にすると8月から10月には348~272個体/ℓとなり, 全動物プランクトンの50~60%を占める。しかしながら, これは重量についてみると全動物プランクトンの1%に満たない。ワムシ類では *Asplanchna priodonta* と *Brachionus calyciflorus* が多く, *A. priodonta* は7月に個体数で約30%と優占する。甲殻類では *Bosmina fatalis* が調査期間中常時採取され, 6月には628個体/ℓで全個体数の65%を占めた。この時の *B. fatalis* の現存量は1,320mg/m³に相当し, 全動物プランクトンの現存量の81%にもなる。図4に全動物プランクトンの個体数および重量についての季節変化を示した。表1は各調査時における個体数および現存量についての主要種とその優占度を示したものである。この表から甲殻類の現存量が各時期を通じて大きいことがわかる。

Leptodora kindtii の個体数は6月がもっとも多く, 2,710個体/m³で現存量にすると13.6 mg/m³に相当する。しかし, 7月から8月にかけては10分の1以下に減少し, 9月には420個体/m³, 3.2 mg/m³とやや増加するものの再び減少し, 11月には全サンプル中1個体が採集されたのみであった(図5)。*L. kindtii* の全動物プランクトンに占める割合は6月が最高で, 個体数の場合は0.28%, 現存量にすると0.84%となる。一方, 湖内での *L. kindtii* の分布についてみると, 湖岸から湖心にかけて1 m間隔の等深線ごとに採集を行っ

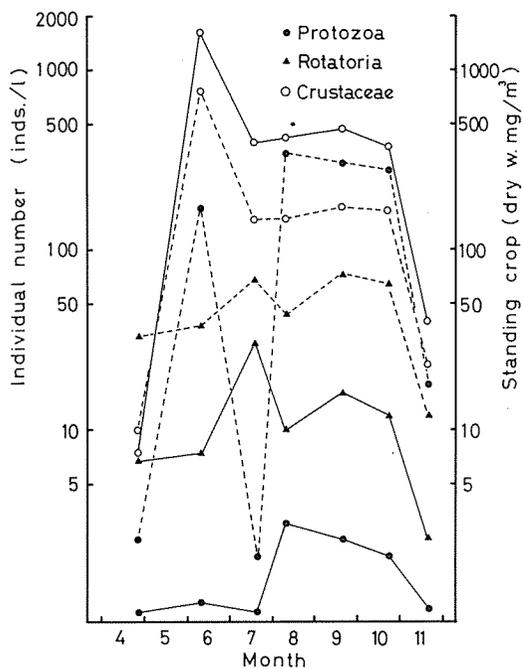


図4 動物プランクトン個体数(-----)と現存量(——)の季節変化.

Fig. 4. Seasonal changes in population densities and biomass of zooplankton in L. Suwa in 1977.

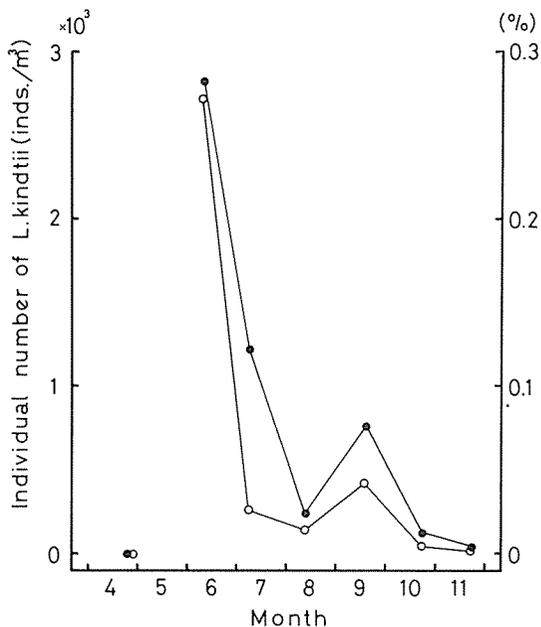


図5 *L. kindtii*の個体数(---)と全動物プランクトン数に占める割合(—●—)の季節変化.

Fig. 5. Seasonal changes in individual number and the relative amount of *L. kindtii* and total zooplankters of L. Suwa in 1977.

1977 Date	Dominant (individuals)				Dominant (weight)			
	1 st.	(%)	2 nd.	(%)	1 st.	(%)	2 nd.	(%)
29 Apr.	<i>Brachionus calyciflorus</i>	26.7	<i>Filinia longiseta</i>	19.5	Nauplius	31.3	<i>Brachionus calyciflorus</i>	19.9
10 June	<i>Bosmina fatalis</i>	64.6	<i>Carchesium polypinum</i>	17.8	<i>Bosmina fatalis</i>	81.2	<i>Bosminopsis deitersi</i>	13.8
16 July	<i>Asplanchna priodonta</i>	30.1	<i>Bosmina fatalis</i>	29.9	<i>Bosmina fatalis</i>	32.0	<i>Diaphanosoma brachyurum</i>	31.9
11 Aug.	<i>Carchesium polypinum</i>	64.0	<i>Diaphanosoma brachyurum</i>	11.0	<i>Diaphanosoma brachyurum</i>	62.6	<i>Thermocyclops hyalinus</i>	14.0
18 Sep.	<i>Carchesium polypinum</i>	54.5	Nauplius	12.8	Nauplius	38.8	<i>Bosmina fatalis</i>	31.3
22 Oct.	<i>Carchesium polypinum</i>	53.9	<i>Bosminopsis deitersi</i>	18.9	<i>Bosminopsis deitersi</i>	51.0	<i>Eodiaptomus japonicus</i>	21.5
21 Nov.	<i>Carchesium polypinum</i>	32.6	Nauplius	19.8	<i>Bosmina fatalis</i>	32.5	<i>Bosminopsis deitersi</i>	17.5

表1 個体数と重量とからみた優占種の季節変化.

Table 1. Seasonal changes in the dominant species based on individual number and biomass of zooplankton in L. Suwa in 1977.

た結果、個体数は6月の場合を除くと湖心にむけて増加する傾向にある。しかし、6月には水深1mの地点がもっとも多く、湖心にむけて減少するという逆の傾向が得られた。

体長と重量の関係は図6に示されるように両対数で直線となり、その回帰式は図中に示された通りである。

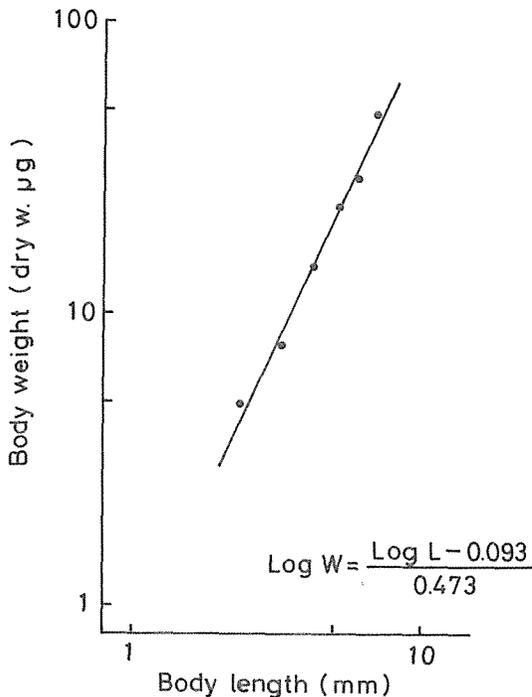


図6 *L. kindtii* の体長と個体重量との関係。

Fig. 6. The relation between the body length and the dry weight of *L. kindtii*.

ここで体長とは頭部先端から尾爪をさしている。本報告における現存量はこの関係式を用いて算出されている。

次に、卵を持つ個体について、その体長と卵数の測定を行った。卵巢中の卵は大きさも成熟度も個体によって異なっているが、一見して卵と識別できるものを持つ個体は体長4.5mm以上となっている。卵の大きさは育房中のもので直径は約0.3mmであった。育房中の卵数の最高は13卵で、平均すると8卵となる。

考 察

動物プランクトンが湖水中で集中分布することは一

般に認められている。そのために採集方法によっては対象とする動物プランクトンの現存量を正しく把握することができないという危惧が持たれる。そこで、青山、山岸(1972)は通常動物プランクトンの採集に用いられている北原式閉鎖ネット(メッシュ×17)と採水器(Van Dorn型)およびポンプ(大型:80ℓ揚水ポンプ, 小型:17ℓハンディポンプ)によって採集法の検討を行っている。その結果、諏訪湖のような浅い湖で、かつ水温躍層の弱い湖においてはほとんど採集法による有意の差のないことを報告している。*Lepidodora kindtii* についてみても、小型ポンプおよび採水器は別として通常の北原式閉鎖ネットと大型ポンプでの採集はほぼ同じ結果が得られたと結論している。本報告でも北原式閉鎖ネットを中心に用いたが、併用した丸トクネットによってさらに採集法による現存量算定への影響を検討した。結果は青山・らの報告と同様で、諏訪湖の場合には採集方法によっての差はあまり大きくなく、全動物プランクトンの種数および個体数に関してはむしろ、ネットのメッシュサイズによる差が大きいことが確認された。メッシュサイズによる違いを1970年(0.067mm)と1977年(0.1mm)について比較すると後者では原生動物がいちぢるしく減り、全動物プランクトンの個体数では前者は後者の5~10倍という結果が得られた。しかし、*L. kindtii* は大型のプランクトンであり、その限りではメッシュサイズの違いによる影響は少ないと判断される。

諏訪湖では *L. kindtii* が6月にもっとも多く出現することは倉沢・ら(1976)によって報告されている。その個体乾重は湖中の動物プランクトン中最大で約 50×10^{-3} mg であり、面積あたりの現存量は $100 \sim 500$ mg/m² と報告されている。この時の現存量は平均個体重をもとにして計算されているが、今回は全個体の体長組成を基礎にして体長-体重の関係式から、より正確に現存量を計算した。その結果として 13.57 mg/m³ (6月, 最大) が得られた。これを面積あたりに換算すると湖心で約 70 mg/m² に相当し、1970年の結果に比較してやや小さい値となる。今回の体長-体重曲線からも知られるように個体重 50×10^{-3} mg は体長約8mmの個体に相当するところから、1970年に用いられた平均個体重は現実より過大に見積られていると考えられる。

L. kindtii の季節的消長については6月以前の結果が今回得られていないが、1個体しか確認できなかった11月の水温約11℃から考えると、諏訪湖では水温が10℃を越える4月頃から増加し、6月に最高の現存量となる。それ以後は減少、小増加といったパターンを

繰り返し、11月には成体が消失するという型となっている。全サンプル中、雄の出現は6月、9月および10月に確認されていること、また、各サンプルの体長組成には大小、多くのピークがヒストグラム上に現われることから考えて、*L. kindtii* の世代交替が頻繁に行われていることが示唆される。しかし、今回の採集頻度ではその点での確認はできなかった。

L. kindtii の個体数は全動物プランクトンの0.012~0.28%と少ないが、これを現存量と比較すると10~30倍の0.12~0.84%にもなる。この量が諏訪湖の生態系にとってどのような位置を占め、物質循環にどの程度の役割を担うものかについては *L. kindtii* の摂食量および生産力を知ることが必要である。そのためには *L. kindtii* の生態をより詳細に明らかにすることが今後の課題となろう。

謝 辞

調査に協力頂いた信州大学理学部付属諏訪臨湖実験所の塩野崎寛技官および学生の方々および有益な助言を終始頂いた信州大学理学部教授倉沢秀夫博士に心から感謝の意を表する次第である。

摘 要

諏訪湖において1977年4月から11月にかけてノロ (*Leptodora kindtii*) の個体数および現存量の季節変化を測定した。最大現存量は6月に得られ、その個体数は2,710個体/m³、現存量は13.6 mg/m³であり、これは湖心の単位面積あたりにすると約70 mg/m²に相当する。ノロの体長-体重(乾重)の関係は次式で示された。

$$\log W = \frac{\log L - 0.093}{0.473}$$

ここでWは乾重量、Lは体長である。

諏訪湖では *L. kindtii* の全動物プランクトンに占める割合は個体数で0.012~0.28%、現存量にすると0.12~0.84%に相当する。

文 献

- 1) 青山莞爾・山岸 宏(1972) 動物プランクトン採集法の検討. 諏訪湖生物群集生産力研究, 第4号, 9—15.
- 2) Kurasawa H., Y. Kitazawa and Y. Shiraishi (1952 a) Studies on the Biological Production of Lake Suwa IV. The Stratification, the Seasonal Succession and the Standing Crop of Zooplankton (1). Miscel. Rep. Res. Inst. Natural Res., No.27, 29—39.
- 3) Kurasawa H., Y. Kitazawa and Y. Shiraishi, (1952 b) Studies on the Biological Production of Lake Suwa IV. The Stratification, the Seasonal Succession and the Standing Crop of Zooplankton (2). Ibid. No.28, 98—106.
- 4) 倉沢秀夫・青山莞爾・山岸 宏・磯部吉章(1970) 諏訪湖におけるプランクトンの季節変化と水平分布. 諏訪湖生物群集生産力研究, 第2号, 41—64.
- 5) 倉沢秀夫, 山岸 宏・吉川政武・為政園野(1970) 諏訪湖のプランクトンの季節変化I, プランクトンの数と量との優占種の比較. 諏訪湖生物群集生産力研究, 第3号, 41—54.
- 6) 倉沢秀夫・他(JIBP-PF, 諏訪湖研究グループ)(1976) 諏訪湖の生物群集の生産力に関する研究. 信大・理・臨湖実験所報告, 第1号, 1—53.
- 7) 田中阿歌磨(1918) 諏訪湖の研究.
- 8) 山岸 宏(1973) 現代の生態学, 講談社, pp 232.

Abstract

The seasonal changes in the individual number and the biomass of *Leptodora kindtii* were measured in Lake Suwa, which was one of the most eutrophicated lakes in Japan. The maximum values of the standing crops were obtained on June, and the individual number and the biomass were 2,710 ind. /m³ and 13.6 mg/m³, respectively. Based on the maximum value, the standing crop of *L. kindtii* was calculated about 70 mg dry wt. /m².

The relation between the body length and dry weight of *L. kindtii* was shown as the following equation:

$$\log W = \frac{\log L - 0.093}{0.473}$$

where W is the dry weight (mg) and L is the body length (mm) of *L. kindtii*.

In Lake Suwa the proportion of *L. kindtii* among the total zooplankton were 0.012—0.28 % as individual number and were 0.12—0.84 % as biomass.