底生動物相および底層水の溶存酸素飽和度からみた わが国の湖沼の分類

北 川 礼 澄

A Classification of Japanese Lakes based on Hypolimnetic Oxygen and Benthonic Fauna

Norizumi KITAGAWA

Abstract

A classification of Japanese lakes was made with special references to the hypolimnetic oxygen and the benthonic fauna in the profundal regions. The following characteristic benthonic animals were selected as the indicator species for classifying lakes: *Micropsectra* sp. A, *Calopsectra* sp. J and *Spaniotoma* sp. B were for stenoxybiontic; *Chironomus bathophilus* and *Sergentia* sp. B for mesoxybiontic; *Chironomus plumosus* and *Chaoborus* sp. for euroxybiontic. *Tubifex* sp. was also used as an indicator species of the lakes without chironomid or chaoborid larvae. According to the difference in the dissolved oxygen content in the hypolimnion for the summer stagnation period, oligotrophic, mesotrophic and eutrophic lakes were respectively defined as lakes where hypolimnetic oxygen content was more than 50% in saturation, less than 50% but more than 10%, and less than 10%.

Taking the distribution of indicator species into account, fifty lakes in Japan were classified into the 4 types and 14 classes shown in Table 2.

1. は じ め に

湖沼の底生動物相は湖沼型を決定する場合にとりあげられる諸要因の一つになっている。底生動物のなかで、ユスリカ幼虫およびフサカ幼虫が湖沼型の良い指標になることは古くから知られている。指標となり得るユスリカ幼虫相が湖沼によって異なる原因としては幾多の要因があげられてきているが、中でも水中溶存酸素量の多少が決定的な影響をもつものとされている。

わが国の湖沼について、この課題を扱ったものに宮地 (1933, 1937a) の研究がある。宮地は吉村 (1932) による湖沼型の分類と自らの調査による底生動物相の資料を比較検討して Table 1 に示す分類を示した。

宮地の研究がなされてからすでに 40 余年を経過した今日では、湖沼の自然遷移に加え、近年盛んに進められてきた自然の開発が湖沼の周辺にまでおよぶことが多くなり、そのために湖水の富栄養化が徐々に、時には急速に進むようになった。

筆者は 1972 年から 1975 年にかけてわが国の主な湖沼 50 を選び底生動物相の調査を行なった (1973a,

Table 1. 湖沼型と底生動物相 (宮地 1933)

Yoshimura's type	Type of bottom fauna
Poly- or eutrophic	Polytrophic <i>plumosus</i>
	Mollusca (with <i>plumosus</i>)
	Mesotrophic <i>plumosus</i> <i>Corethra</i> * (with <i>plumosus</i>)
Mesotrophic	<i>Corethra</i> * (with <i>plumosus</i>)
	Mesotrophic <i>plumosus</i> <i>Tanytarsus-Endochironomus</i> **
Oligotrophic	<i>Tanytarsus-Endochironomus</i> **
	<i>Tanytarsus</i>
	Oligochaeta Oligotrophic <i>plumosus</i>

* *Corethra* は現在では *Chaoborus* が用いられている。

** 宮地 (1933) ははじめ *Endochironomus* として取り扱ったが後に (1937b) *Sergentia* として改めている。

1973b, 1974a, 1974b, 1974c, 1975a, 1975b, 1976). その結果, 湖沼の分類の指標となり得るユスリカ幼虫相に関して, 宮地のものと若干異なる点を見出し, それらを宮地のものに付加することが望ましいと考えた. そして更に, これらの指標動物を基にして湖沼の分類を試みた.

本研究を進めるにあたり終始御指導いただいた故津田松苗博士に深く感謝の意を表する.

2. 指標となる底生動物の検討

湖沼の底生動物相に差異をもたらす主な要因の一つは深層水中の溶存酸素量である. したがって, 底生動物の指標性を論ずるにあたっては, 湖水の停滞期における深底帯の溶存酸素の状態とそれと底生動物相との関連を調べることが必要である. 一般に沿岸帯や垂沿岸帯では酸素や栄養分の供給がなされ易く, 貧栄養湖と富栄養湖の差異が顕著に認められないことが多い. したがって, 沿岸帯や垂沿岸帯の動物は指標の対象にはなりにくいと考えられる.

本研究で筆者が調査した湖沼の深底帯の底生動物のうち, 比較的出現頻度の高いものとして次のものがあげられる.

Micropsectra sp. A*, *Calopsectra* sp. J*, *Spaniotoma* sp. B*, *Stictochironomus* sp. A* および *Stictochironomus* sp. C*, *Chironomus bathophilus*, *Sergentia* sp. B*, *Chironomus plumosus*, *Metriocnemus* sp. A*, *Procladius* sp. F* 以上ユスリカ幼虫, *Chaoborus* sp., *Tubifex* sp.

これら底生動物の指標性の適否を, 生息底泥上部湖水の溶存酸素量および生息場所の水深との関係から検討する.

(1) *Micropsectra* sp. A および *Calopsectra* sp. J

Micropsectra sp. A および *Calopsectra* sp. J は THIENEMANN (1925) や宮地 (1933) の論文にみられる *Tanytarsus* に相当するものと考えられる. D. BRYCE と A. HOBART (1972) の分類によるとこの両種は *Tanytarsus* 属の中の垂属として分類されている.

Micropsectra sp. A は Fig. 1 に示すように, 十和田湖では水深 40m から 318m の深さの湖底に分布し, その個体密度の最大は 300m にみられ, 1m² あたり 1400 個体である. 生息場所の溶存酸素飽和度は 40m で 103%, 318m で 88.7% が測定された. 十和田湖以外の湖では本種の個体密度の特に高い深度とその場

所の溶存酸素飽和度はそれぞれ次のようである. 摩周湖 (50m, 105%), 中禅寺湖 (70m, 95%), 菅沼 (51m, 89%), 西湖 (40m, 82%), 本栖湖 (90m, 87%). なお, これらの湖でも, 溶存酸素飽和度が 70% 以下に減少するような深度には本種の分布はみられない. 中禅寺湖の 150m 以深, 西湖の 65m 以深などがその例である.

Calopsectra sp. J は阿寒パンケ湖では水深 21.5m から 41m の深底帯に, 青木湖では水深 9m の垂沿岸帯から 55m の深底帯に分布している. これらの生息場所の溶存酸素飽和度は 60~70% である.

Micropsectra sp. A と *Calopsectra* sp. J の両種は近縁種であっても, 生態的には上述のように溶存酸素に対する適応性や分布深度および分布湖沼に明瞭な相違が認められるので, 指標動物として明確に両種を区別する必要があると考えられる.

(2) *Spaniotoma* sp. B

Spaniotoma sp. B の分布していた最大深度とその場所の溶存酸素飽和度は次のようである. 屈斜路湖 (107m, 89.7%), 洞爺湖 (153m, 96.2%), 摩周湖 (102m, 99%), 菅沼 (69m, 55%), 青木湖 (33.3m, 85%), 阿寒パンケ湖 (23m, 75%). 以上のように分布する深度は湖によりかなり広い幅があるが, 生息場所の溶存酸素飽和度は一部を除いて, 大部分が 75% 以上である. また本種は屈斜路湖の pH 4.2, 洞爺湖の pH 5.8 など酸性度のやや強い湖沼にも分布する傾向がみられる.

THIENEMANN をはじめ, 宮地, LUNDBECK (1926) などの研究に見られるように, この種のユスリカ幼虫が湖沼の分類の指標として取りあげられた例はない. しかし, 上記の結果からは, *Spaniotoma* sp. B は深層水の溶存酸素飽和度が 75% 以上の湖沼の指標動物の一つとして取りあげて良いと考える.

(3) *Chironomus bathophilus*

Chironomus bathophilus は THIENEMANN や LUNDBECK が中栄養性の指標動物として取りあげているが, 宮地 (1929) は, わが国ではごく限られた湖にしか出現しないので指標動物としては不適当としている. 今回の調査の結果, 猪苗代湖をはじめ数湖沼からその分布が確認された. 分布している深度はいずれも 20m から 50m の深底帯であり, かつ溶存酸素飽和度の下限は 30% であった. これらの事実は *Chironomus bathophilus* をわが国においても, 指標動物の 1 つとして取りあげて良いことを示すものと考えられる.

• 北川 (1973a, 1974a, b, 1975b) を参照.

Fig. 1. 指標動物の分布範囲と生息場所の溶存酸素飽和度との関係。分布範囲は実線または点線で示す。●印は生息密度の最も高い深度を示す。

(4) *Stictochironomus* sp. A および *Sergentia* sp. B

Stictochironomus および *Sergentia* は宮地や LUND-BECK が中栄養湖の指標動物としてとりあげている。

Stictochironomus sp. A は洞爺湖、摩周湖など貧栄養湖の水深 70m から 150m の深底帯に分布することもあるが、豊似湖や河口湖のようにかなり富栄養化

の進んだ湖沼の水深 20m 足らずの所にも分布している。またそれらの場所の溶存酸素飽和度は 90% から 25% までさまざまである。個体密度はせいぜい 200~350/m² で、本種が優占種となる湖沼は、調査した範囲内では見られなかった。このような点からみて、本種を指標動物とすることは、不適当だと考える。

Sergentia sp. B は豊似湖、湯の湖、阿寒湖、阿寒

パンケ湖など比較的浅い湖沼の垂沿岸帯から深底帯にかけて広く分布している。豊似湖では水深15mの深底帯（溶存酸素飽和度は19.8%）に5460/m²の個体密度がみられた。また、湯の湖では、水深4mの垂沿岸帯（溶存酸素飽和度65%）には12896/m²、垂沿岸帯から深底帯につながる6~8m（溶存酸素飽和度30~20%）には平均3000/m²の個体密度がみられるが8m以深（溶存酸素飽和度7.4~0%）ではその分布はみられなかった。このように、本種の分布する場所の溶存酸素飽和度は約20%あたりが下限になっているらしく、指標動物の一つとしてとりあげることが可能と考える。

(5) *Chironomus plumosus*

Chironomus plumosus は富栄養湖の指標動物として古くからとりあげられてきている。調査した湖沼のうち26湖沼にその分布が確かめられた。26湖沼の中でも、諏訪湖、霞ヶ浦など比較的広く、最大深度が12m以下の浅い湖ではほぼ全湖底に平均的に本種の分布がみられる。その個体密度は諏訪湖で15665/m²を数えるなど一般に大きい。一方、浅い湖でも比較的湖面積の小さな湖（たとえば中綱湖）や最大深度が12m以上の湖（たとえば木崎湖、野尻湖）では本種の個体密度は500~1000/m²と少ない。この*Chironomus plumosus*の分布する場所の溶存酸素飽和度は5%が下限とみられる。

なお、*Chironomus plumosus* は*Chaoborus* と共に出現することがあるが、その場合の優占種は*Chaoborus* であることが多い。

(6) *Procladius* sp. F および *Metriocnemus* sp. A

Procladius sp. F は個体数こそ多くはないがFig. 1に示すように溶存酸素飽和度が1.2%から過飽和の範囲にわたって頻繁に出現する。分布する深度も水深数mから300m以深（十和田湖の318m）に至るまで広く拡がっている。このような点から、本種は指標動物としてとりあげるとは不適当である。

Metriocnemus sp. A は田沢湖、沼沢沼など8湖沼の垂沿岸帯から深底帯にかけて出現した。生息場所の溶存酸素飽和度は36.9%以上で、貧栄養から中栄養にかけての特色のある種であるが、出現する個体数が極く少ないので指標動物とするには適当でないと考えた。

(7) *Chaoborus* sp.

Chaoborus sp. は *Chironomus plumosus* と同様に富栄養湖の指標動物としてとりあげられてきている。無酸素層の発達した湖底にも生息する点で *Chironomus plumosus* と異なった意義を有する。 *Chaoborus*

は7湖沼でその分布がみられたが、住吉池（鹿児島県）では本種以外の底生動物はみられなかった。この住吉池では湖底上に厚さ数mの無酸素層が発達している。住吉池を除く6湖沼では *Chironomus plumosus* と共存しており、そのうち5湖沼では *Chaoborus* の方が優占種であった。

(8) *Tubifex* sp.

Tubifex sp. は調査した50湖沼のうちに47湖沼に出現した。このことは貧栄養湖から富栄養湖に至るまで広い範囲にわたって分布することを示すもので、指標動物としてとりあげるには適切ではない。しかし指標となるユスリカ幼虫やフサカ幼虫が存在しない湖沼では *Tubifex* sp. が代表的な底生動物となっている点を考えれば、一つの指標性をもたせてもよいのではないかと考えた。

3. 底生動物相と溶存酸素を基とした湖沼の分類

THIENEMANN (1925) は夏季成層期の溶存酸素飽和度が60%以上を貧栄養湖、40%以下を富栄養湖としている。BERG (1933) はこのTHIENEMANNの分類をさらに細分化し、58%以上を貧栄養湖、60~30%を*Chaoborus*のいない富栄養湖、40%以下を*Chaoborus*も*Chironomus plumosus*もいる富栄養湖、12~6%を*Chironomus*がいない*Chaoborus*のいる富栄養湖としている。わが国では、吉村(1937)は貧栄養湖では50%以上が普通であり、富栄養湖では50~0%としている。また宮地(1929)は貧栄養性Tanytarsus湖では夏季深水層で50%以上が普通、稀に25%以下になる。弱富栄養性Tanytarsus-Sergentia湖では夏季に20%以下になることはない。適度の富栄養性Tanytarsus-Plumosus湖では20%内外が普通、弱富栄養性Sergentia-Corethra*湖では10%内外、強富栄養性Plumosus湖では0%（但し一時ないし短期間）と分類している。

以上のように研究者によって分類が異なり、溶存酸素と湖沼型との関係や、指標動物との関係が必ずしも一致していない。本研究では吉村および宮地による分類を基準にして、夏季成層期の深底帯の溶存酸素飽和度が50%以上を貧栄養型、50~10%を中栄養型、10%以下を富栄養型とした。次に、溶存酸素によるこの分類に指標動物を加えて次に示す3型13類に分類した（Table 2）。すなわち、貧栄養型は指標動物に

* Corethra は現在では Chaoborus が使われている。

Table 2. 溶存酸素飽和度と指標動物からみたわが国の湖沼の分類

貧 栄 養 型		中 栄 養 型		富 栄 養 型	
溶存酸素 (%)	70	50	30	10	0
Micropsectra 湖 十和田湖 本栖湖 富士西湖 中禅寺湖		Bathophilus 湖 猪苗代湖 桧原湖 弁天沼		Plumosus 湖 霞ヶ浦・北浦・因幡沼 手賀沼・渦沼・諏訪湖 琵琶湖(南湖)・湖山池 東郷池・渡島大沼 榛名湖・赤城大沼 山中湖・河口湖・精進湖 芦ノ湖・湯ノ湖・野尻湖 丸沼	
Spaniotoma 湖 屈斜路湖 洞爺湖		Sergentia 湖 豊似湖 霧島御池		Plumosus-Chaoborus 湖 木崎湖・中綱湖・多鯉ヶ池 小野川湖・余呉湖・塘路湖	
Micropsectra-Spaniotoma 湖 摩周湖 菅沼		Sergentia-Plumosus 湖 阿寒湖		Chaoborus 湖 住吉池	
Calopsectra-Sergentia 湖 阿寒パンケ湖 青木湖					
Tubifex 湖 支笏湖 倶多楽湖 (無生物湖：田沢湖)		Tubifex 湖 池田湖 然別湖 沼沢沼		Tubifex 湖 鰻池 (無生物湖：半月湖)	

よって、Micropsectra 湖、Spaniotoma 湖、この両種の混在する Micropsectra-Spaniotoma 湖および Calopsectra-Sergentia 湖とこれに Tubifex 湖を加えた5類に分けられた。中栄養型は Bathophilus 湖、Sergentia 湖および Sergentia-Plumosus 湖と Tubifex 湖を加えた4類、富栄養型は Plumosus 湖、Plumosus-Chaoborus 湖および Chaoborus 湖と Tubifex 湖を加えた4類に分けられた。なお、これらの分類の他に、底生動物のみられない湖沼があるが、これらを無底生動物湖として別に扱うことにする。

次に各類について説明を加える。

I. 貧 栄 養 型

I-1. 貧栄養 Micropsectra 湖

夏季深底帯の溶存酸素飽和度は70%以上である。指標動物として *Micropsectra* sp. A があげられ、その個体密度は500~1000/m²である。この類に属する湖沼として、十和田湖、本栖湖、富士西湖および中禅寺湖があげられる。なお富士西湖や中禅寺湖の深底帯には、溶存酸素飽和度が局部的に70%以下になる所があるが、その場所には *Micropsectra* sp. A は分

布していない。

I-2. 貧栄養 Spaniotoma 湖

夏季深底帯の溶存酸素飽和度は75%以上である。*Spaniotoma* sp. B を指標動物とする湖で、屈斜路湖と洞爺湖がこれに属する。なおこの類に属する湖沼は比較的酸性が強い。

I-3. 貧栄養 Micropsectra-Spaniotoma 湖

Micropsectra sp. A と *Spaniotoma* sp. B がほぼ同程度の密度(500~1000/m²)に生息し、いずれが優占的であるか判定しがたい。溶存酸素飽和度は70%以上である。この類に属する湖として摩周湖と菅沼があげられる。

I-4. 貧栄養 Calopsectra-Sergentia 湖

深底帯の下部では溶存酸素飽和度が60~50%で、*Sergentia* sp. B が優占種であり、*Calopsectra* sp. J は極めて僅かしか出現しない。しかし、溶存酸素飽和度が60%以上になる深底帯の上部では *Calopsectra* sp. J が優占種となる。この類に属する湖としては、青木湖と阿寒パンケ湖があげられる。青木湖では水深40m、阿寒パンケ湖では35mが優占種の変る境界深

度と目される。

I-5. 貧栄養 Tubifex 湖

夏季深底帯の溶存酸素飽和度が90%以上の値を示す湖で、底生動物としては指標となるユスリカ幼虫が生息せず、*Tubifex* sp. が優占的に分布している。支笏湖、俱多楽湖がこの例である。

II. 中 栄 養 型

II-1. 中栄養 Bathophilus 湖

指標動物である *Chironomus bathophilus* の個体密度は50~600/m² で必ずしも多くはない。本種の分布する深底帯の溶存酸素飽和度は30%以上である。この類に属する湖沼として、猪苗代湖、松原湖、弁天沼（群馬県）があげられる。

II-2. 中栄養 Sergentia 湖

夏季深底帯の溶存酸素飽和度は10%以上であるが、部分的に底泥直上で1%以下に激減する場所がある。指標動物となる *Sergentia* sp. B は溶存酸素飽和度が20%以上の場所に分布し、その密度は3000~5000/m² と非常に大きい。豊似湖（北海道）霧島御池がこれに属する。

II-3. 中栄養 Sergentia-Plumosos 湖

夏季深底帯の溶存酸素飽和度は20~10%で、底泥直上では5%程度にまで減少する。指標動物として *Sergentia* sp. B および *Chironomus plumosus* があげられるが、これらの分布する場所の溶存酸素飽和度は20%以上である。この類には阿寒湖が属する。阿寒湖（最大深度34.5m）では水深20~28mの範囲では *Sergentia* sp. B と *C. plumosus* が共に100~200/m² 程度分布しているが、28m以下ではこれらの生息はみられない。

II-4. 中栄養 Tubifex 湖

夏季深底帯の溶存酸素飽和度が50~10%の湖で、指標となるユスリカ幼虫の分布がみられず、底生動物として、*Tubifex* sp. が優占的に出現する。この類に属する湖として、池田湖、然別湖、沼沢沼があげられる。*Tubifex* sp. の個体密度は池田湖では2800/m²（水深200m以深）、然別湖では500/m²（70m~80m）など様でない。

III. 富 栄 養 型

III-1. 富栄養 Plumosos 湖

指標動物 *Chironomus plumosus* によって代表される湖で、(a) 最大深度が12m以下で湖面積が比較的大きい湖のグループ、(b) 最大深度が12m以下でも湖面積の小さな湖ならびに湖面積にかかわらず深さ12m以上の湖のグループ、の2つに分けて考える。

まず、a グループの最大深度が12m以下の比較的大きい富栄養湖では、夏季には湖底近くで溶存酸素が激減して無酸素状態に近くなる。しかし、湖盆が浅く、湖面積が大きいので、風によって水が上下に攪拌されやすく、湖底近くの水が長時間停滞することはない。多くの場合溶存酸素飽和度は30~40%である。この種の湖沼における *Chironomus plumosus* の個体密度は諏訪湖の約15000/m² をはじめとして全般に高い。この類に属する湖沼として、霞ヶ浦、北浦、手賀沼、因幡沼、個沼、諏訪湖、琵琶湖（南湖）、湖山池、東郷池、渡島大沼などがあげられる。

次に、b グループの最大深度が12m以上か、12m以下でも湖面積の小さい富栄養湖では夏季停滞期に著しい成層が形成され、深底帯の溶存酸素飽和度は10%以下、時には無酸素状態になることがある。*C. plumosus* の個体密度は500~1000/m² で比較的小さい。溶存酸素飽和度が5%以下になる場所では個体密度は更に少なくなり、無酸素の所には分布していない。この類に属する湖沼として、榛名湖、赤城大沼、山中湖、河口湖、精進湖、芦ノ湖、湯の湖、野尻湖、丸沼などがあげられる。

III-2. 富栄養 Plumosos-Chaoborus 湖

指標動物の *Chaoborus* sp. と *Chironomus plumosus* によって代表される富栄養湖である。指標動物の個体密度は *Chaoborus* sp. が500~2000/m² であるのに対し、*Chironomus plumosus* は300~500/m² で、多くの場合 *Chaoborus* sp. が優占的である。溶存酸素飽和度は5%前後が普通である。この類に属する湖沼として、木崎湖、中綱湖、余呉湖、多鯰ヶ池、小野川湖、塘路湖などがあげられる。

III-3. 富栄養 Chaoborus 湖

底生動物として *Chaoborus* sp. だけが生息しており、他の指標となるユスリカ幼虫は全くみられない。この類に属する住吉池（鹿児島県、最大深度26m）では13m以深、湖底までが無酸素層になっている。*Chaoborus* sp. の個体密度は約600/m² である。

III-4. 富栄養 Tubifex 湖

指標動物であるユスリカ幼虫やフサカ幼虫の分布がみられず、*Tubifex* sp. がわずかに分布する湖である。この類に属する鰻池では水深30mでは11.4%の溶存酸素飽和度が示されるが、50m以深では無酸素状態になっている。*Tubifex* sp. の個体密度は50/m² 以下である。

IV. 無底生動物湖

底生動物の存在が認められない湖で、たとえば、田

沢湖は溶存酸素量から見れば貧栄養湖であるが、深底帯には肉眼的な底生動物はみられない。また、半月湖は周年無酸素層が形成されており、底生動物は全く見出されていない。

4. 摘 要

(1) 1972～1975 年に行なったわが国の主要な 50 湖沼の底生動物相の調査結果から、湖沼分類の指標動物の検討を試みた。

(2) 指標となりうる底生動物は、夏季深底帯の水中溶存酸素飽和度との関連において次のものがあげられる。*Micropsectra* sp. A, 溶存酸素飽和度 70% 以上に出現; *Spaniotoma* sp. B, 75% 以上に出現; *Calopsectra* sp. J, 60% 以上に出現; *Chironomus bathophilus*, 30% 以上に出現; *Sergentia* sp. B, 20% 以上に出現; *Chironomus plumosus*, 5% 以上に出現; *Chaoborus* sp., 無酸素状態にも出現。このほか、ユスリカやフサカが出現しない場合に *Tubifex* sp. だけが出現することがある。

(3) 吉村および宮地による湖沼型の分類を参考に、夏季深層水中の溶存酸素飽和度による次のような分類基準を設けた。貧栄養型は 50% 以上、中栄養型は 50% 以下 10% 以上、富栄養型は 10% 以下。

(4) 指標動物と溶存酸素により、調査対象とした 50 湖沼を次のように 4 型 14 類に分類した。

I-1. 貧栄養 *Micropsectra* 湖: 十和田湖, 本栖湖, 富士西湖, 中禅寺湖, I-2. 貧栄養 *Spaniotoma* 湖: 屈斜路湖, 洞爺湖, I-3. 貧栄養 *Micropsectra*-*Spaniotoma* 湖: 摩周湖, 菅沼, I-4. *Calopsectra*-*Sergentia* 湖: 青木湖, 阿寒パンケ湖, I-5. 貧栄養 *Tubifex* 湖: 支笏湖, 倶多楽湖, II-1. 中栄養 *Bathophilus* 湖: 猪苗代湖, 桧原湖, 弁天沼, II-2. 中栄養 *Sergentia* 湖: 豊似湖, 霧島御池, II-3. 中栄養 *Sergentia*-*Plumosus* 湖: 阿寒湖, II-4. 中栄養 *Tubifex* 湖: 池田湖, 然別湖, 沼沢沼, III-1. 富栄養 *Plumosus* 湖: 霞ヶ浦, 北浦, 諏訪湖, 湖山池, 東郷池, 手賀沼, 因幡沼, 濁沼, 琵琶湖(南湖), 渡島大沼, 赤城大沼, 榛名湖, 河口湖, 山中湖, 精進湖, 湯の湖, 野尻湖, 丸池, 芦ノ湖, III-2. 富栄養 *Plumosus*-*Chaoborus* 湖: 木崎湖, 中綱湖, 多鯰ヶ池, 余呉湖, 小野川湖, 塘路湖, III-3. 富栄養 *Chaoborus* 湖: 住吉池, III-4. 富栄養 *Tubifex* 湖: 鰻池, IV. 無底生動物湖: 田沢湖, 半月湖。

文 献

- BERG, K. (1938): Studies on the bottom animals of Esrom Lake. *K. danske Vidensk. Naturv. Math. Afd.*, 8: 1-255.
- BRYCE, D. and A. HOBART (1972): The biology and identification of the larvae of the Chironomidae (Diptera). *Entomologist's Gazette*, 23: 175-217.
- 北川礼澄 (1973a): 木崎湖, 青木湖, 中綱湖, 野尻湖ならびに諏訪湖の底生動物相の研究. 陸水雑, 34, 1: 12-23.
- 北川礼澄 (1973b): 富士五湖および芦の湖の底生動物相の研究. 特定研. 陸水富栄養化の基礎的研究, 2: 32-37.
- 北川礼澄 (1974a): 中禅寺湖, 湯の湖, 菅沼および丸沼の底生動物相の研究. 陸水雑, 35, 1: 32-41.
- 北川礼澄 (1974b): 東北地方の 7 湖沼の底生動物相の研究. 陸水雑, 35: 162-172.
- 北川礼澄 (1974c): 赤城大沼, 榛名湖の底生動物相の研究. 日本水処理生物学会誌, 10: 47-51.
- 北川礼澄 (1975a): 北海道南部の 5 湖沼(支笏湖, 倶多楽湖, 洞爺湖, 半月湖, 渡島大沼)の底生動物相の研究. 陸水雑, 36: 48-54.
- 北川礼澄 (1976b): 摩周湖, 阿寒パンケ湖および豊似湖の底生動物相の研究. 口生態会誌, 25: 155-159.
- 北川礼澄 (1976): 北海道東部の 4 湖沼(屈斜路湖, 阿寒湖, 塘路湖, 然別湖)の底生動物相の研究. 陸水雑, 37: 37-41.
- LUNDBECK, J. (1926): Die Bodentierwelt nord-deutscher Seen. *Arch. f. Hydrobiol.* Suppl. Bd, 7: 1-473.
- MİYADI, D. (1932): Studies on the bottom fauna of Japanese lakes. VIII. Lakes of North Japan. *Jap. J. Zool.*, 4: 258-287.
- MİYADI, D. (1933): Studies on the bottom fauna of Japanese lakes. X. Regional characteristics and system of Japanese Lakes based on the bottom fauna. *Jap. J. Zool.*, 4: 417-437.
- 宮地伝三郎 (1929): 湖底生物研究予報(六の二), 湖底生物による湖沼の分類. 水産研究試, 24: 179-184.
- 宮地伝三郎 (1937a): 日本の湖沼の底生動物と湖沼標式. 日本学術協会報告, 12: 418-421.

宮地伝三郎 (1937b) : 底生動物と湖沼標式の問題. 植物及び動物. 5: 331-336.

THIENEMANN, A. (1925) : *Die Binnengewasser Mitteleuropas. Eine Limnologische Einführung.* Binnengewasser I, 255pp.

YOSHIMURA, S. (1932) : Contributions to the knowledge of nitrogenous compounds and phosphate in the lake water of Japan. *Proc. Imp.*

Acad., 8: 94-97.

吉村信吉 (1937) : 湖沼学. 三省堂.

(著者: 北川礼澄, 三重県理科教育センター, 三重県四日市市寺方町; Norizumi KITAGAWA, Mie Science Education Center, Terakatacho, Yokkaichi, 510)