

# 長野県における湖沼環境の現状

—1991年の調査から—

渡辺義人<sup>1)</sup>・沖野外輝夫<sup>2)</sup>・林 秀剛<sup>2)</sup>・中本信忠<sup>1)</sup>・桜井善雄<sup>3)</sup>

<sup>1)</sup>信州大学繊維学部 <sup>2)</sup>信州大学理学部 <sup>3)</sup>応用生態学研究所

Present State of Lake Environment in Nagano prefecture in 1991

Yoshito WATANABE<sup>1)</sup>, Tokio OKINO<sup>2)</sup>, Hidetake HAYASHI<sup>2)</sup>, Nobutada NAKAMOTO<sup>1)</sup>  
and Yoshio SAKURAI<sup>3)</sup>

<sup>1)</sup>Fac. Textile Sci. & Technol., Shinshu Univ., <sup>2)</sup>Fac. Science, Shinshu Univ., <sup>3)</sup>Appl. Ecol. Institute

**Abstract:** This report is an outline of the lake environment in Nagano pref. in 1991. This is based mainly on the result of "The Fourth National Survey on the Natural Environment" conducted by EPA Japan. We took a part in the research on natural lakes in Nagano pref.

For this investigation, 39 lakes having a surface area larger than 0.01 km<sup>2</sup> were selected. These many lakes locate in the northern part of Nagano area. According to the trophic state, 39 lakes were classified into five groups (eutrophic: 8, mesotrophic: 13, oligotrophic: 13, acidtrophic: 2 and dystrophic: 3).

The natural state of lake environment was judged based on the ratio of the length of natural shore line to the whole length of its shore line. The lake located over 1,500 m have been preserved mostly in the natural state. Most of them were located in special protection areas such as a national park. The lake environment at the lower altitude tends to deteriorate. For example, the shore line more than 95% of Suwa-ko and Fukami-ike (759 and 484 m in altitude, respectively) has been embanked artificialy

The present state of lake environment in Nagano prefecture is shown by the parameters related to water quality, such as transparency, Chlorophyll-a, COD, nitrogen and phosphorus.

**Key word:** Nagano Prefecture, lake environment, eutrophication, water quality.

長野県, 湖沼環境, 富栄養化, 水質

本報告は1991年に長野県内にある39の自然湖沼を対象に行われた湖沼環境に関する調査結果の概要である。この調査は環境庁が1974年から全国的な規模で実施している「自然環境保全基礎調査」の一環として行われたもので、1979年から6年毎に行われており、1991年は第4回目にあたる。調査時期は7月から9月の夏期である。

調査内容は湖岸の土地利用状況や改変状況、植物群落の有無と規模など湖岸の自然度に関する項目をはじめ水生生物の種類や水質など全部で40項目以上に及ぶ。従って、その調査データは膨大であり、ここにすべて

を網羅するのは困難なので、主に湖岸の自然度および水質を中心にまとめた。

## 1. 湖沼の概要

堀江(1962)によると長野県には68(王滝湖を入れると69)の自然湖沼が存在しているが、今回調査したのはそのうち、0.01km<sup>2</sup>以上の湖面積を有する39の湖沼である。各湖沼の存在位置(黒丸)をFig.1に示した。添えられている数値は環境庁によって調査対象としている全国の湖沼に付けられた湖沼番号である。長野県では最北端の茶屋池の376(正式には3760)から最南

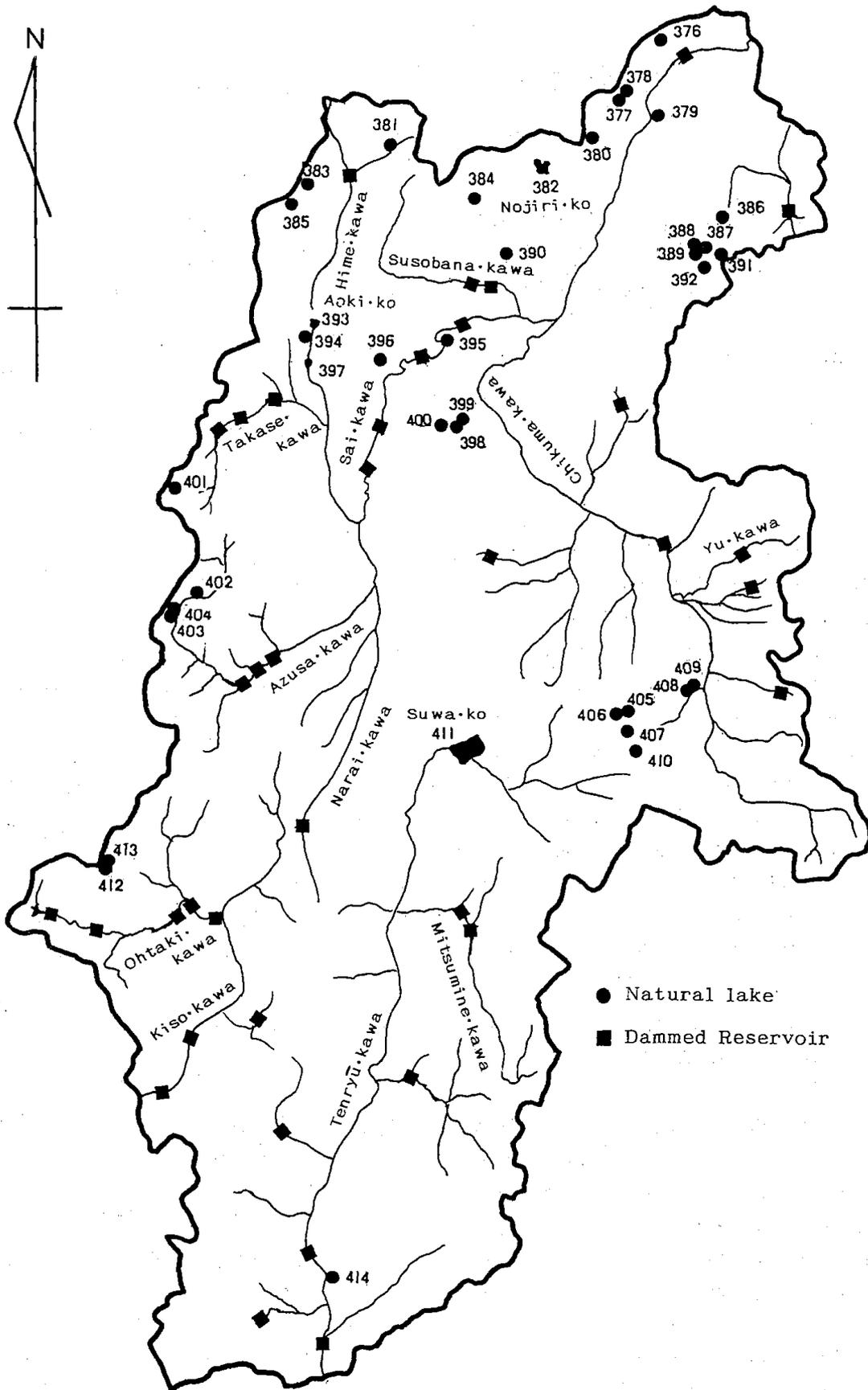


Fig. 1 Location of important natural lakes and dammed reservoirs in Nagano prefecture

Table 1 Lake number and lake name

(376) Chaya-ike (茶屋池)
(377) Katsura-ike (桂池)
(378) Nakaburo-ike (中古池)
(379) Hokuryū-ko (北竜湖)
(380) Numa-ike (沼池)
(381) Kama-ike (鎌池)
(382) Nojiri-ko (野尻湖)
(383) Ō-ike (Kazabuki) (風吹大池)
(384) Furu-ike (古池)
(385) Ō-ike (Shirouma) (白馬大池)
(386) Chigo-ike (稚児池)
(387) Hasu-ike (蓮池)
(388) Biwa-ike (琵琶池)
(389) Maru-ike (丸池)
(390) Ō-ike (Iizuna) (飯綱大池)
(391) Ōnuma-ike (大沼池)
(392) Kido-ike (木戸池)
(393) Aoki-ko (青木湖)
(394) Nakatsuna-ko (中綱湖)
(395) Waku-ike (涌池)
(396) Yanakubo-ike (柳久保池)
(397) Kizaki-ko (木崎湖)
(398) Ō-ike (Ubasute Kami) (姥捨大池・上)
(399) Ō-ike (Ubasute Shimo) (姥捨大池・下)
(400) Hijiri-ko (聖湖)
(401) Washiba-ike (鷺羽池)
(402) Myojin-ike (明神池)
(403) Taishō-ike (大正池)
(404) Tashiro-ike (384) (田代池)
(405) O-ike (雄池)
(406) Me-ike (雌池)
(407) Ame-ike (雨池)
(408) Chō-ko (長湖)
(409) Ina-ko (猪名湖)
(410) Shirakoma-ike (白駒池)
(411) Suwa-ko (諏訪湖)
(412) Ni-no-ike (二の池)
(413) San-no-ike (三の池)
(414) Fukami-ike (深見池)

端に位置する深見池の414 (4140) までの番号が与えられている。湖沼番号と湖沼名は Table 1 の通りである。Fig.1 には参考にダム湖(黒四角)の位置が示されている。自然湖沼の分布をみると、南部には深見池を見るのみで極めて少なく、中部・北部に片寄っている。湖沼が存在する標高をみると最も低い深見池の484mを除き、すべて500m以上の位置にある。標高1000m以上の山地ないし山岳湖沼は23を数え、全体の

約60%を占める。

県内で最も湖面積の大きいのは諏訪湖(13.3km<sup>2</sup>)、最大水深を有するのは青木湖(58m)、容積の最大を誇るのが野尻湖(0.081km<sup>3</sup>)、最も高い標高に位置するのが御嶽山の二の池(2,905m)であり、全国的にも1位である。また、湖沼を栄養段階で分けると富栄養湖8、中栄養湖13、貧栄養湖13、酸栄養湖2、腐植栄養湖3である。なお、各湖沼の面積や深度などの諸元は Table 3-1~3-4 に示されている。

## 2. 湖岸の状況

Fig.2 は湖岸の自然度を計る指標として、全湖岸の延長に対する自然湖岸線延長の割合を湖沼の標高との関係でみたものである。これによると自然湖岸100%の湖沼が16あり、標高が高いほど自然度がよく保たれていることがわかる。またそれらの湖沼の多くは貧栄養湖(白丸印)である。富栄養湖(黒丸印)で唯一自然湖岸100%を維持しているのが志賀高原にある琵琶池である。なお、1500m以上の湖沼には国立公園など特別保護地域内に位置するものが多い。標高1000m以下では柳久保池と桂池が100%である。自然度が50%以下の湖沼は8つあり、そのうち自然湖岸0%になっているのが諏訪湖と深見池の2つである。

Fig.3 は主要な7湖沼について湖岸の自然度を比較したものである。半自然湖岸(semi-natural shore)とは「水際線は自然状態であるが、水際線に接する陸域が人工によって改変されている湖岸」をさす。このうち木崎湖の自然湖岸が1985年の24%から14%と減少しているほかは1985年以来変化していない。野尻湖は1978のソウギョの放流による影響が未だに続いており、水生植物群落の回復はみられていない。諏訪湖は最近、湖岸の湖側の一部にヨシなどの水草群落の復元事業が進められている。

## 3. 透明度

Fig.4 は各湖沼の夏季における透明度を比較したものである。白抜きのバーは水深が透明度より小さいため測定できなかった湖沼である。吉村(1937)が貧栄養湖と富栄養湖を分ける目安として提唱している透明度5mを基準にしてみると5m以上が観測されたのは8湖沼あり、最大は酸性湖沼である大沼池の13.5mである。県内の貧栄養湖の代表ともいえる野尻湖の透明度は5.4mと1985年の8.1mと比べて3m近く低くなっている。市村(1993)によると野尻湖における夏季の最大透明度は、1986~1990年で8m前後を示していた

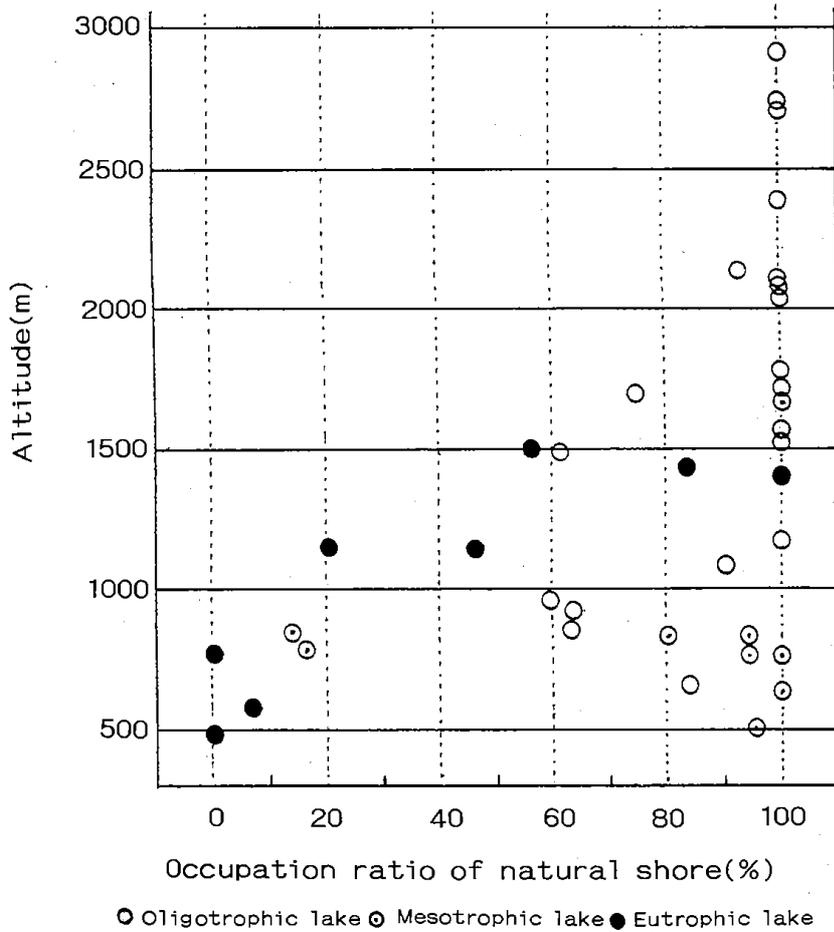


Fig. 2 Relationship between lake altitude and ratio of the natural shore length to the whole length of lake shore in Nagano prefecture

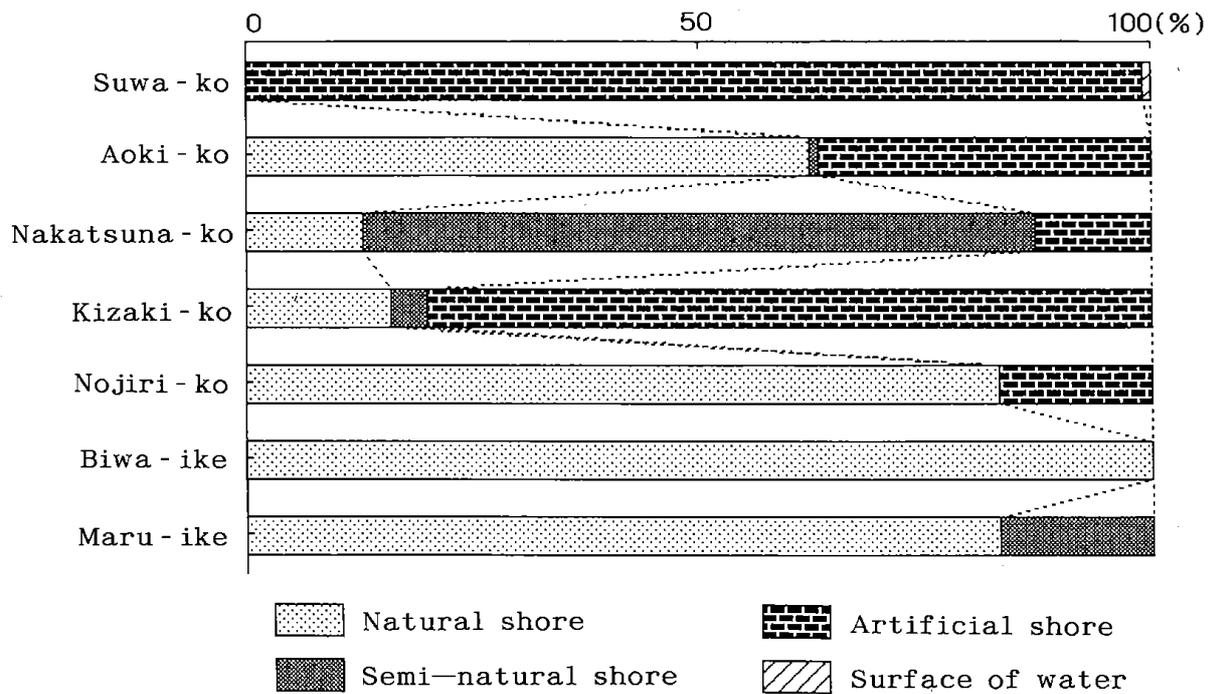


Fig. 3 State of artificial change on principal lake shores in Nagano prefecture

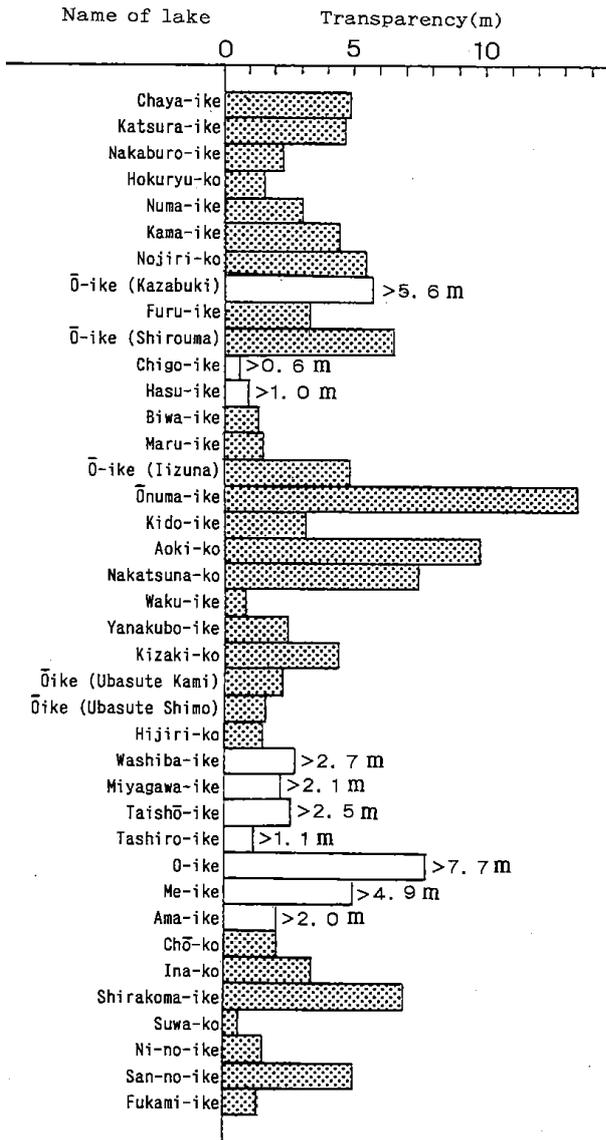


Fig. 4 Transparency of natural lakes in summer of 1991

のが、1991年では6 m台と低くなっていることを報告している。ちなみに透明度が4 m以上の湖沼は、上記の8湖沼と合わせて、計15となる。逆に1 m以下と極端に透明度が低い湖沼は諏訪湖のみである。

#### 4. CODとクロロフィルーa

Fig.5はCODとクロロフィルーaの関係図から県内湖沼の水質の状況をみたものである。CODは湖沼の環境基準の指標項目の一つであり、類型基準AA(1 ppm以下)からA(3 ppm以下), B(5 ppm以下), C(8 ppm以下)の4段階に設定されている。これによると類型AAタイプに入るのが10湖沼で、そのうちクロロフィルーaが、0.5 ppm以下で、CODが0.1 ppm以下の湖沼は鷺羽池、白馬大池、二の池の3つの山岳湖沼と

雄池である。BタイプすなわちCODが5 ppmを越えるのは蓮池、稚児池、柳久保池、涌池、諏訪湖の5つの湖沼であり、中でも諏訪湖と涌池は8 ppmを越え、Cタイプに入る。なお、腐植湖(○印)は腐植を含むため、クロロフィルーaは1 ppm以下と低いが、CODは一般に高い。稚児池、白駒池がそれに相当する。Fig.4からわかるように、全体的にはクロロフィルーaが高くなると、CODも増加する傾向がみられ、主要なCOD源物質が植物プランクトンであることを示している。

#### 5. 窒素とりん

Fig.6は、湖沼の富栄養化を促進する主要因子である全窒素濃度と全りん濃度の関係図である。Fig.6にはTable 2に示した窒素、りんに関わる環境基準に準じて類型IからVまで、それぞれに相当する濃度範囲が記されている。これをもとに両者の濃度レベルの現況をみると類型Iに相当する湖沼はない。しかし、りんの濃度0.005 ppm以下の基準を満たしている湖沼は7つある。II類型には雌池と雨池の2つが入る。類型IIIに入るのは19湖沼と最も多く、類型IVが5、類型Vが10湖沼であり、類型Vの基準すなわち、窒素濃度1 ppm、りん0.1 ppmを越えるのは涌池と諏訪湖である。この図からわかるように、窒素とりんの濃度が高いところでは窒素とりんの濃度比(N/P)は10前後であるが、濃度が低くなるにつれて両者の比は大きくなる傾向がみられ、100以上になるものもある。このことは、先の類型Iにみられたように、りん濃度が基準を満たしているにもかかわらず、窒素の濃度が高いために類型評価のランクを低める要因となっている。

#### 6. その他の項目からみた水質の状況

Table 3には各湖沼の物理的諸元とともに、実施された調査時期・時刻・天候と測定された23項目すべての水質データが記載されている。いずれも表層水についてのものである。

Table 2 Nitrogen and phosphorus concentrations related to environmental quality standard for lake.

category	nitrogen mg/l	phosphorus mg/l
I	<0.1	<0.005
II	<0.2	<0.01
III	<0.4	<0.03
IV	<0.6	<0.05
V	<1	<0.1

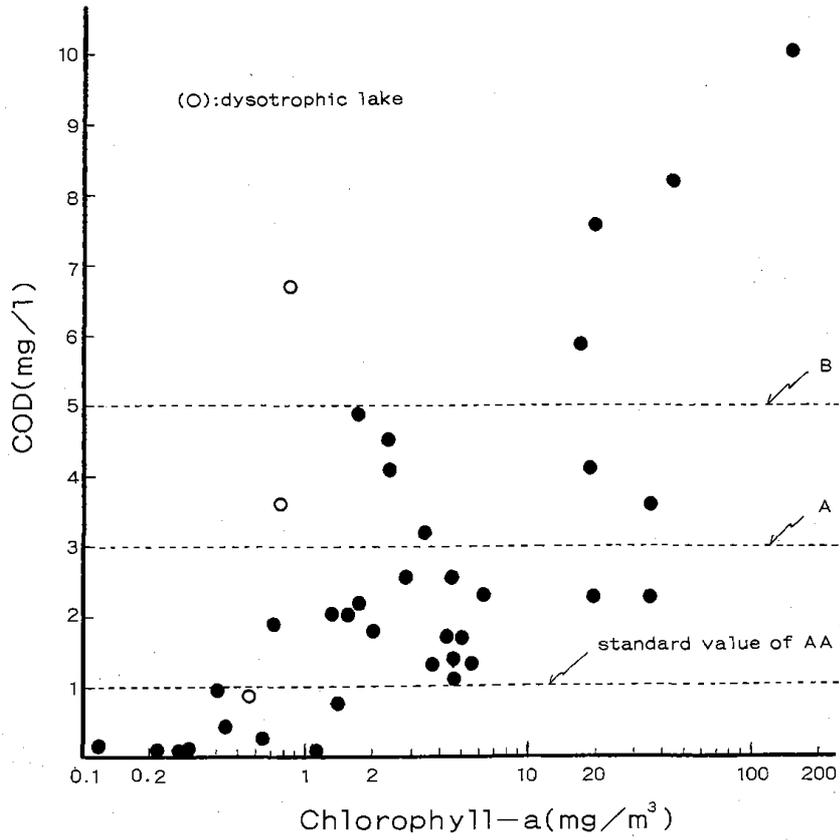


Fig. 5 Relationship between chlorophyll-a and COD in summer of 1991

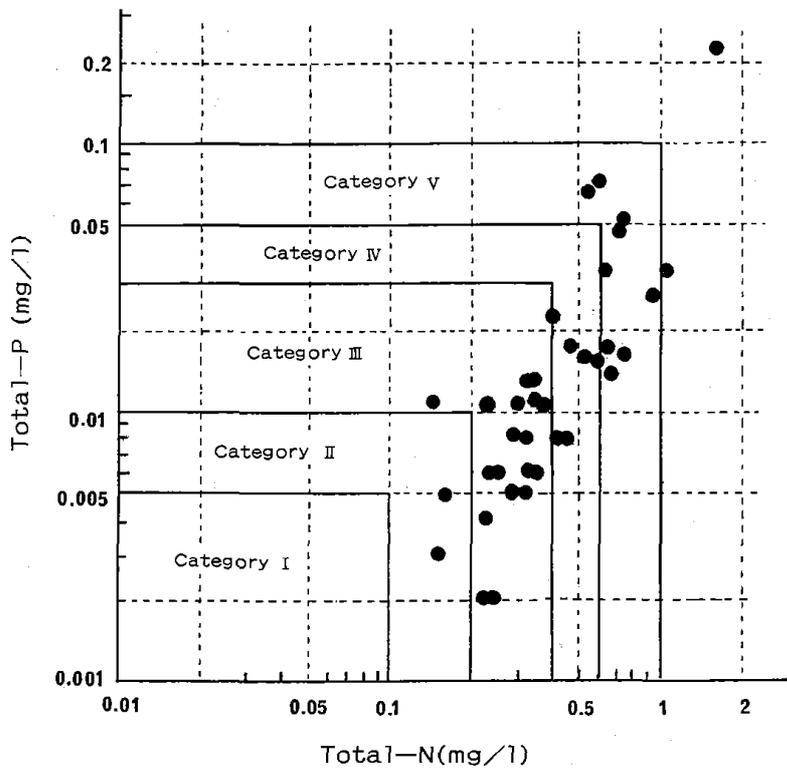


Fig. 6 Relationship between nitrogen and phosphorus in summer of 1991

長野県における湖沼環境の現状

Table 3-1 Physical dimensions of lakes in Nagano prefecture and their water quality in 1991

		Chaya · ike (茶屋池)	Katsura ·ike (桂池)	Naka- buro (中古池)	Hoku- ryū · ko (北竜池)	Numa · ike (沼池)	Kama · ike (鎌池)	Nojiri · ko (野尻湖)	Kazabu- ki ·ike (風吹 大池)	Furu · ike (古池)	Shiro- uma ·ike (白馬 大池)
Alutitude	m	1,075	745	740	500	875	1,160	654	1,778	1,191	2,379
Surface Area	km <sup>2</sup>	0.032	0.0335	0.0135	0.189	0.16	0.03	3.9	0.0875	0.05	0.06
Volume	km <sup>3</sup>	15x10 <sup>-5</sup>	19x10 <sup>-5</sup>	38x10 <sup>-6</sup>	86x10 <sup>-5</sup>	46x10 <sup>-5</sup>	23x10 <sup>-5</sup>	81x10 <sup>-3</sup>	2x10 <sup>-4</sup>	2x10 <sup>-4</sup>	4x10 <sup>-4</sup>
Max. depth	m	8.2	9.0	5.0	8.0	5.8	18.0	37.5	5.5	7.0	13.5
Mean depth	m	4.5	5.5	2.8	4.6	2.9	7.7	20.8	2.2	3.6	6.7
Date		8/11	8/11	8/11	8/12	8/12	8/23	8/30	8/25	9/30	9/24
Time		11 : 00	15 : 20	14 : 10	13 : 00	10 : 30	13 : 00	10 : 40	13 : 00	12 : 00	14 : 30
Weather		cloudy	cloudy	cloudy	cloudy	rain	cloudy	fine	cloudy	cloudy	cloudy
Air temp.	(°C)	21.1	27.1	27.1	30.4	21.7	27.9	28.2	19.6	18.2	24.4
Water temp.	(°C)	21.3	24.3	25.1	26.8	23.4	24.2	23.7	21.0	15.7	16.9
Transparency	m	4.8	4.6	2.2	1.5	3.0	4.3	5.4	>5.6	3.2	6.4
pH		6.45	6.48	6.27	7.75	6.94	7.77	8.14	5.31	7.50	5.39
EC	μs/cm	18.2	33.5	49.1	44.3	30.9	159	83.6	6.6	60.4	4.7
	(°C)	(21.3)	(24.3)	(25.1)	(26.8)	(23.4)	(25.0)	(25.0)	(25.0)	(25.0)	(25.0)
Alkalinity*	me/l	0.05	0.10	0.19	0.19	0.15	1.04	0.50	<0.01	0.57	0.02
Chl.a	mg/m <sup>3</sup>	1.60	1.93	4.29	6.24	4.56	1.70	1.3	0.7	4.6	0.4
DO	mg/l	8.32	7.95	8.10	8.85	7.22	6.51	7.40	6.66	9.03	7.05
SS	mg/l	0.75	0.95	2.20	3.10	1.60	1.1	0.7	0.3	2.3	0.6
COD	mg/l	2.02	1.69	1.69	2.36	1.43	2.43	2.08	1.88	1.20	0.98
TOC	mg/l	-	-	-	-	-	1.48	1.69	1.36	1.78	0.95
T-N	mg/l	0.32	0.67	0.34	0.36	0.50	0.26	0.29	0.30	0.42	0.27
NH <sub>4</sub> -N	mg/l	0.042	0.033	0.034	0.035	0.102	0.018	0.007	0.009	0.007	0.024
NO <sub>3</sub> -N	mg/l	0.028	<0.001	0.009	<0.001	0.080	0.007	0.002	0.044	0.002	0.046
NO <sub>2</sub> -N	mg/l	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.002	0.001	0.001	0.003	<0.001
T-P	mg/l	0.008	0.014	0.013	0.011	0.010	0.011	0.008	0.011	0.023	0.006
PO <sub>4</sub> -P	mg/l	0.005	0.010	0.008	0.011	0.005	0.003	0.002	0.002	0.014	0.002
Ca	mg/l	1.01	1.57	2.60	3.23	2.04	17.6	7.2	0.20	6.9	0.16
Mg	mg/l	0.28	0.47	0.71	0.80	0.78	4.5	1.7	0.06	1.3	0.04
Na	mg/l	1.50	2.00	2.70	4.20	1.80	5.8	5.2	0.40	3.3	0.53
K	mg/l	0.29	0.48	0.62	0.70	0.38	1.8	0.8	0.17	1.0	0.22
Cl	mg/l	1.38	2.42	2.25	2.80	1.66	1.2	5.9	0.72	0.63	0.22
SO <sub>4</sub>	mg/l	0.64	2.07	1.22	1.68	0.74	22.4	2.9	0.92	0.75	0.55
Si	mg/l	1.03	1.54	1.98	4.19	2.86	-	-	-	-	-
Al	mg/l	0.175	0.190	0.279	0.418	0.303	0.091	0.036	-	0.019	-
Fe	mg/l	0.096	0.128	0.209	0.166	0.237	0.064	0.038	-	0.639	-

\* at pH 4.8

Table 3-2 Physical dimensions of lakes in Nagano prefecture and their water quality in 1991

		Chigo · ike (稚児池)	Hasu · ike (蓮池)	Biwa · ike (琵琶池)	Maru · ike (丸池)	Iizuna · oike (飯綱 大池)	Ōnuma · ike (大沼池)	Kido · ike (木戸池)	Aoki · ko (青木湖)	Naka- tsuna (中綱湖)	Waku · ike (涌池)
Alutitude	m	2,020	1,490	1,388	1,422	912	1,694	1,630	822	815	565
Surface Area	km <sup>2</sup>	0.0026	0.03	0.168	0.025	0.09	0.23	0.02	1.86	0.14	0.023
Volume	km <sup>3</sup>	-	1×10 <sup>-5</sup>	16×10 <sup>-4</sup>	12×10 <sup>-5</sup>	29×10 <sup>-5</sup>	3×10 <sup>-3</sup>	4×10 <sup>-5</sup>	54×10 <sup>-3</sup>	8×10 <sup>-4</sup>	16×10 <sup>-5</sup>
Max. depth	m	0.7	1.2	27.9	15.4	6.5	26.2	6.0	58.0	12.0	10.8
Mean depth	m	-	0.3	9.5	4.8	3.2	13.0	2.0	29.0	5.7	6.7
Date		8/8	8/8	8/8	8/8	9/30	8/9	8/9	8/21	8/21	7/29
Time		13:30	15:30	14:30	11:30	14:30	10:30	13:30	12:00	14:40	12:00
Weather		cloudy	fine	fine	fine	cloudy	fine	cloudy	fine	cloudy	fine
Air temp.	(°C)	18.0	20.0	21.5	21.5	18.2	23.8	20.9	31.9	30.5	32.1
Water temp.	(°C)	20.2	20.8	19.7	18.4	18.1	17.6	20.2	22.0	24.9	29.0
Transparency	m	>0.6	>1.0	1.3	1.5	4.8	13.5	3.0	9.8	7.3	0.8
pH		4.59	6.75	9.12	8.86	8.00	4.65	6.91	7.77	7.46	9.77
EC	μS/cm	8.6	31.6	172	198	195	107	97.0	31.9	36.0	446
	(°C)	(25.0)	(25.0)	(25.0)	(25.0)	(25.0)	(25.0)	(25.0)	(22.0)	(24.9)	(25.0)
Alkalinity*	me/l	<0.01	0.22	0.60	0.81	1.98	<0.01	0.41	0.27	0.28	0.95
Chl.a	mg/m <sup>3</sup>	0.7	19.8	32.1	32.7	12.5	ND	4.5	0.44	1.37	42.5
DO	mg/l	6.14	6.81	10.6	12.2	7.75	7.07	7.08	8.48	8.09	14.0
SS	mg/l	0.4	9.0	11.5	6.5	1.1	0.2	1.6	0.52	0.52	9.6
COD	mg/l	6.76	7.62	3.65	2.50	2.87	<0.01	2.62	0.44	0.75	8.23
TOC	mg/l	2.68	3.24	1.55	1.01	2.28	1.97	0.72	0.71	1.18	4.23
T-N	mg/l	0.49	0.72	0.55	0.60	0.45	0.32	0.31	0.25	0.28	1.03
NH <sub>4</sub> -N	mg/l	0.015	0.013	0.019	0.052	0.007	0.025	0.021	0.013	0.010	0.008
NO <sub>3</sub> -N	mg/l	0.006	0.024	0.001	0.089	0.003	0.090	0.026	0.086	0.088	0.001
NO <sub>2</sub> -N	mg/l	0.001	0.002	0.003	0.007	0.002	0.001	0.002	0.002	0.001	0.003
T-P	mg/l	0.018	0.053	0.068	0.071	0.008	0.006	0.013	0.006	0.005	0.035
PO <sub>4</sub> -P	mg/l	0.005	0.016	0.035	0.037	0.008	0.003	0.008	0.002	0.002	0.024
Ca	mg/l	0.30	4.81	14.0	15.5	20.3	9.5	9.7	4.3	4.26	40.3
Mg	mg/l	0.06	0.29	4.1	5.3	8.0	2.2	1.7	0.3	0.35	19.4
Na	mg/l	0.27	7.80	10.6	11.9	6.6	1.4	4.8	1.1	1.70	18.5
K	mg/l	0.20	0.51	3.0	3.4	1.7	0.3	1.4	0.3	0.4	2.9
Cl	mg/l	0.19	0.66	5.8	8.0	1.0	0.65	2.1	0.33	0.57	6.6
SO <sub>4</sub>	mg/l	1.10	2.61	36.4	41.0	0.38	38.4	17.5	2.2	2.3	143
Si	mg/l	-	-	-	-	-	-	-	2.9	2.9	-
Al	mg/l	0.226	0.390	0.165	0.260	0.053	0.843	0.056	0.026	0.020	0.036
Fe	mg/l	0.106	0.429	0.158	0.264	0.437	0.118	0.105	0.010	0.037	0.031

\* at pH 4.8

長野県における湖沼環境の現状

Table 3-3 Physical dimensions of lakes in Nagano prefecture and their water quality in 1991

	Yanaku-bo · ike (柳久保池)	Kiza-ki · ko (木崎湖)	Ubasute-kami (姥捨大池・上)	Ubasute-shimo (姥捨大池・下)	Hijiri · ko (聖湖)	Washi-ba · ike (鷺羽池)	Myojin · ike (明神池)	Taishō · ike (大正池)	Tashi-ro · ike (田代池)	O · ike (雄池)	
Altitude	m	630	764	830	830	950	2,730	1,550	1,490	1,510	2,050
Surface Area	km <sup>2</sup>	0.073	1.4	0.06	0.013	0.06	0.01	0.01	0.096	0.013	0.02
Volume	km <sup>3</sup>	14×10 <sup>-4</sup>	25×10 <sup>-3</sup>	76×10 <sup>-6</sup>	-	1×10 <sup>-4</sup>	1×10 <sup>-5</sup>	12×10 <sup>-6</sup>	15×10 <sup>-5</sup>	5×10 <sup>-5</sup>	7×10 <sup>-5</sup>
Max. depth	m	38	29.5	5.5	2.0	8	2.7	2.1	2.5	1.1	7.7
Mean depth	m	19.2	17.9	1.3	-	1.7	1.0	1.2	1.6	0.4	3.8
Date		8/13	8/19	8/13	8/13	8/12	9/9	9/13	9/13	9/13	8/27
Time		10:00	9:30	13:00	13:50	16:10	-	11:00	16:30	15:30	11:30
Weather		fine	fine	cloudy	cloudy	cloudy	cloudy	rain	rain	rain	fine
Air temp.	(°C)	27.8	25.4	20.0	20.0	21.8	13.3	-	14.9	-	19.5
Water temp.	(°C)	25.0	25.2	23.7	23.4	24.8	14.7	8.2	9.2	8.4	16.2
Transparency	m	2.4	4.3	2.2	1.6	1.5	>2.7	>2.1	>2.5	>1.1	>7.7
pH		9.00	8.45	7.87	7.87	6.52	5.17	7.36	9.54	6.91	6.48
EC	μs/cm	132	41.0	94.0	94.7	52.3	2.38	25.9	28.8	34.0	15.8
	(°C)	(25.0)	(25.2)	(23.7)	(23.4)	(24.8)	(14.7)	(8.2)	(9.2)	(8.4)	(16.2)
Alkalinity*	me/l	0.57	0.32	0.76	0.76	0.12	0.03	0.24	0.28	0.31	0.12
Chl.a	mg/m <sup>3</sup>	17.5	3.78	3.25	2.86	4.8	0.23	0.30	0.64	1.02	0.23
DO	mg/l	11.6	9.31	8.37	8.34	7.70	7.29	10.0	9.54	9.32	7.50
SS	mg/l	2.9	1.15	11.2	6.5	3.1	0.48	0.12	0.75	2.04	0.20
COD	mg/l	5.9	1.36	3.2	2.53	1.7	0.16	0.15	0.28	0.82	0.02
TOC	mg/l	-	1.48	-	-	-	0.46	0.69	1.02	1.38	0.45
T-N	mg/l	0.67	0.25	0.59	0.65	0.52	0.24	0.32	0.34	0.43	0.25
NH <sub>4</sub> -N	mg/l	0.030	0.006	0.034	0.037	0.026	0.033	0.024	0.04	0.03	0.006
NO <sub>3</sub> -N	mg/l	0.069	0.005	0.014	0.193	0.050	0.017	0.110	-	-	0.203
NO <sub>2</sub> -N	mg/l	0.008	0.001	0.001	0.002	0.001	<0.001	<0.001	-	<0.001	0.003
T-P	mg/l	0.014	0.011	0.016	0.018	0.016	0.002	0.005	0.006	0.008	0.004
PO <sub>4</sub> -P	mg/l	0.013	0.003	0.014	0.014	0.010	0.000	0.003	0.005	0.006	0.003
Ca	mg/l	8.9	4.0	9.2	9.3	4.5	0.01	3.9	4.7	5.3	1.7
Mg	mg/l	6.2	0.5	2.6	2.8	1.0	<0.01	0.3	0.4	0.4	0.2
Na	mg/l	5.7	2.2	3.9	3.8	2.5	0.12	1.1	1.6	1.6	1.3
K	mg/l	0.7	0.7	2.8	2.6	0.7	0.08	0.4	0.4	0.5	0.4
Cl	mg/l	1.6	1.1	2.0	1.9	2.4	0.01	0.32	-	-	0.38
SO <sub>4</sub>	mg/l	27.4	2.1	2.6	2.3	8.9	0.4	2.3	-	-	1.4
Si	mg/l	7.4	3.9	13.6	14.6	1.3	<1.3	3.1	3.4	4.0	-
Al	mg/l	0.184	0.035	0.220	0.343	0.759	0.047	0.007	0.023	0.022	0.036
Fe	mg/l	0.178	0.027	0.219	0.263	0.193	0.022	0.013	0.228	0.188	0.018

\* at pH 4.8

Table 3-4 Physical dimensions of lakes in Nagano prefecture and their water quality in 1991

		Me · ike (雌池)	Ama · ike (雨池)	Chō · ko (長湖)	Ina · ko (猪名湖)	Shira · koma (白駒池)	Suwa · ko (諏訪湖)	Ni-no · ike (二の池)	San-no · ike (三の池)	Fukami · ike (深見池)
Alutitude	m	2,050	2,070	1,126	1,123	2,115	759	2,905	2,720	484
Surface Area	km <sup>2</sup>	0.02	0.05	0.03	0.12	0.11	13.3	0.02	0.02	0.022
Volume	km <sup>3</sup>	5×10 <sup>-5</sup>	6×10 <sup>-5</sup>	7×10 <sup>-5</sup>	58×10 <sup>-4</sup>	46×10 <sup>-5</sup>	61×10 <sup>-3</sup>	2×10 <sup>-5</sup>	1×10 <sup>-4</sup>	11×10 <sup>-5</sup>
Max. depth	m	5.1	2.0	3.6	7.7	8.6	6.3	2.4	13.1	9.3
Mean depth	m	2.7	1.3	2.3	5.0	4.2	4.6	1.0	5.6	5.0
Date		8/27	8/27	7/25	7/25	8/9	8/20	9/26	9/26	8/28
Time		13 : 50	16 : 00	12 : 40	9 : 40	11 : 20	6 : 10	8 : 50	11 : 50	10 : 50
Weather		fine	fine	fine	fine	fine	cloudy	cloudy	rain	fine
Air temp.	(°C)	21.5	10.7	23.0	25.5	17.9	22.1	7.2	7.0	28.0
Water temp.	(°C)	21.3	24.0	20.5	19.6	18.7	25.0	8.6	10.3	28.0
Transparency	m	>4.9	>2.0	2.0	3.3	6.9	0.5	1.46	4.9	1.2
pH		5.67	4.40	8.48	6.88	4.5	9.2	3.38	5.6	8.17
EC	μs/cm	5.7	6.6	93.0	105.0	6.4	120	107	4.1	272
	(°C)	(21.3)	(24.0)	(20.5)	(19.6)	(18.7)	(25.0)	(8.6)	(10.3)	(28.0)
Alkalinity*	me/l	0.00	0.00	0.25	0.10	0.02	0.71	-	0.02	0.92
Chl.a	mg/m <sup>3</sup>	1.20	0.55	19.3	5.53	0.74	149	0.27	2.38	19.7
DO	mg/l	6.44	5.87	10.7	8.58	6.39	7.02	7.89	7.82	8.19
SS	mg/l	1.43	0.95	3.85	2.28	0.40	44.4	17.5	3.68	5.68
COD	mg/l	0.31	0.97	2.25	1.30	3.63	10.1	0.09	4.01	4.16
TOC	mg/l	1.28	1.42	1.89	1.27	-	3.16	0.55	2.68	2.46
T-N	mg/l	0.15	0.16	0.95	0.73	0.22	1.56	0.144	0.70	0.61
NH <sub>4</sub> -N	mg/l	0.017	0.009	0.022	0.016	0.019	0.012	0.014	0.053	0.002
NO <sub>3</sub> -N	mg/l	0.072	0.005	0.506	0.506	0.065	0.012	0.011	0.107	0.004
NO <sub>2</sub> -N	mg/l	0.000	0.000	0.006	0.003	0.000	0.000	0.000	0.003	0.001
T-P	mg/l	0.003	0.005	0.027	0.016	0.002	0.225	0.011	0.048	0.034
PO <sub>4</sub> -P	mg/l	0.002	0.002	0.011	0.014	0.002	0.077	0.011	0.034	0.016
Ca	mg/l	0.34	0.22	10.3	11.1	0.47	11.1	0.86	0.32	12.1
Mg	mg/l	0.06	0.03	2.2	2.4	0.07	2.1	0.16	0.07	2.1
Na	mg/l	0.47	0.77	3.9	4.9	0.46	9.3	0.50	1.29	32.6
K	mg/l	0.25	0.34	0.8	1.3	0.47	2.4	0.33	0.72	3.2
Cl	mg/l	0.34	0.29	2.2	2.4	0.25	8.7	0.27	1.68	4.7
SO <sub>4</sub>	mg/l	1.25	1.07	24.1	35.7	1.10	15.8	14.9	0.93	48.3
Si	mg/l	-	-	13.4	-	-	-	-	-	2.4
Al	mg/l	0.099	0.148	0.080	0.177	0.107	0.263	0.909	0.067	0.026
Fe	mg/l	0.052	0.036	0.203	0.079	0.079	0.521	0.374	0.048	0.034

\* at pH 4.8

長野県における湖沼環境の現状

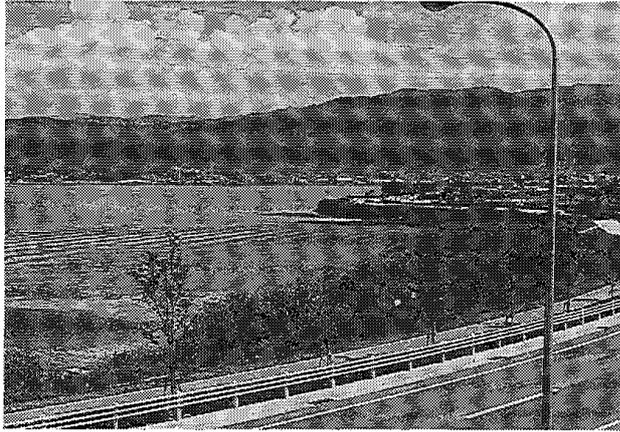


Photo. 1 Suwa-ko

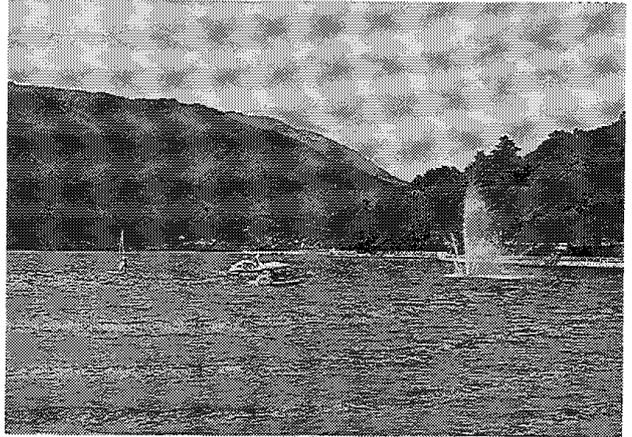


Photo. 2 Kizaki-ko

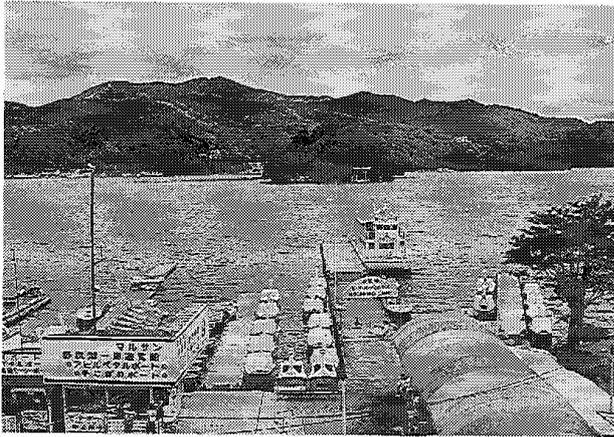


Photo. 3 Nojiri-ko

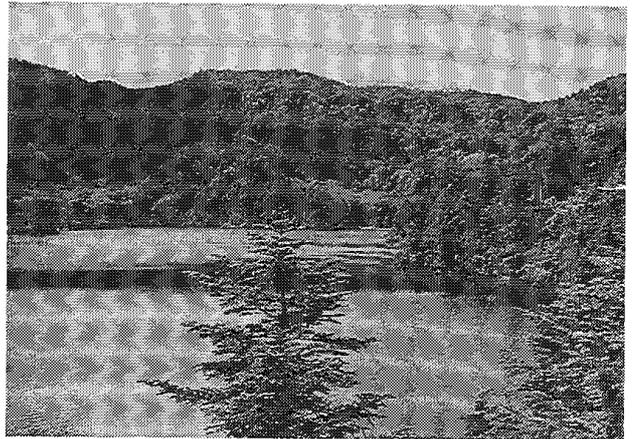


Photo. 4 Ōnuma-ike



Photo. 5 San-no-ike

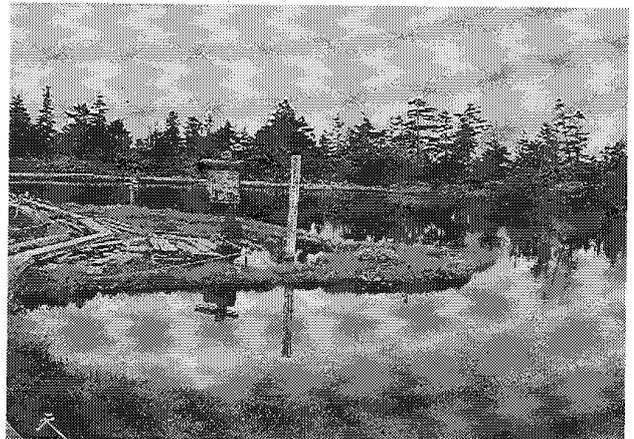


Photo. 6 Chigo-ike

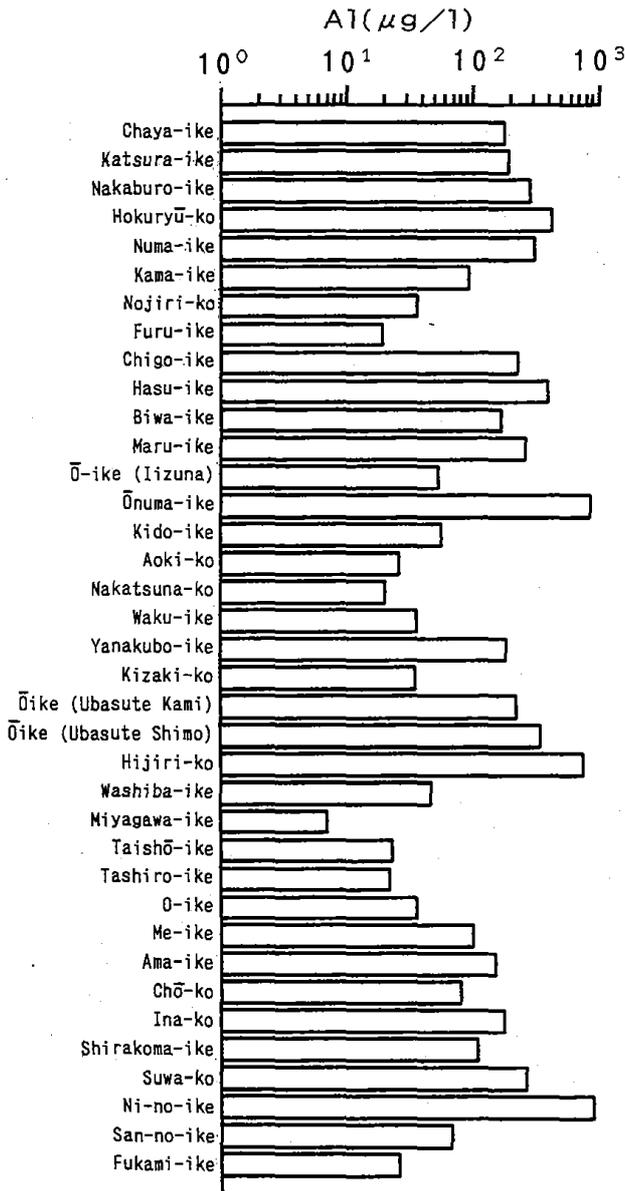


Fig. 7 Aluminium concentrations in lake water

電導度 (EC) は測定時の水温が違うので同じ条件での比較にはならないが、湖沼間の無機イオン成分の量的特徴を把握するのに有効である。電導度の幅は1桁から最高446 $\mu$ S/cmの範囲で分布している。10 $\mu$ S/cm以下を示したのは二の池を除く山岳湖沼と稚児池、雌池、白駒池など7湖沼で、100 $\mu$ S/cm以上が9湖沼あり、そのうち200 $\mu$ S/cm以上が深見池と涌池である。それぞれ272および446 $\mu$ S/cmと際だって高い。100

$\mu$ S/cmを越える湖沼のうち、酸性湖の大沼池と二の池を除くといずれも富栄養湖である。二の池は1979年以前はpH4.6、電導度が13.1 $\mu$ S/cm程度であったが<sup>2)</sup>、1979年の御岳山の噴火の影響を受けて、pHが3.4前後と1単位低くなり、電導度も107 $\mu$ S/cmと10倍近く増加している。また涌池の電導度が異常に大きいのは、流域の地質の影響を受けて、 $SO_4^{2-}$ と $Ca^{2+}$ の濃度がそれぞれ143mg/lおよび40.3mg/lと極めて高いためである。この涌池の $SO_4^{2-}$ と $Ca^{2+}$ の濃度は本邦における中性の淡水湖中最大である。涌池に次いで電導度が高かった深見池は $Na^+$ が32.6mg/lと今回調査した湖沼中最も高く、涌池とは異なった特徴的な水質を示している。

今回から新たに水質項目として加えられたAlについて見ると (Fig.7)、無機酸性湖沼の二の池と大沼池がいずれも0.9mg/l前後と最も高く、次いで聖湖が0.75mg/lと高い濃度を示した。また茶屋池、中古池、沼池、北竜湖などいずれも県の北端部の飯山市内にある湖沼が0.2-0.4mg/lと高い傾向を示した。そのほかの湖沼は大半0.1mg/l以下であった。Alは水生動物に対する毒性が強く、将来予測される水域の酸性化の進行に伴って土壌や堆積物から徐々に溶出してくることも考えられるので、自然湖沼における現在のAlのバックグランド値を把握するとともに、今後とも引き続き監視をしていく必要がある。

以上、調査結果の概略を述べたが、今回のこうした調査データが陸水学的基礎資料として、また今後の長野県における湖沼環境の保全を考えるよすがとして利用して頂ければ幸いである。

## 文 献

- 長野県 (1991) : 第4回自然環境保全基礎調査・湖沼調査報告書 (平成3年度)
- Horie, Shoji (1962) : Morphometric Features and the Classification of all the Lakes in Japan. Mem. Coll. Sci. Univ. Kyoto, (B), 29 : 191-262
- 吉村信吉 (1937) : 湖沼学, 東京
- 市村吉正 (1993) : 野尻湖の陸水学的研究 No. 2

(受付 1995年2月6日)