

形成選書

湖沼調查法

[增補・改訂]

西條八束

湖沼調査法

西条八東



形成選書

古今書院

は し が き

湖は一般にロマンチックなものとされている、山の中の森にかこまれた静かな水面、それを調べようとするのはたしかに楽しいにちがいない。私もそのような途からはいった。松本高等学校時代、恩師向井正幸教授の木崎湖、青木湖の水の濁りの研究にしばしばお伴したのがはじまりだった。太平洋戦争のさなか、先生と二人で人影のない湖面に舟を出し、あるいは結氷した湖上に出て、氷に穴をあけ、真黒な水面に採水器を降ろすなど、今考えてみると、その当時の私の混乱した世界へのささやかなレジスタンスであったと思う。

しかし大学へ進み、終戦を迎えた直後に、諏訪の疎開さきに故吉村信吉博士を訪れた際、先生のお伴をして結氷した湖上に出たときはだいぶちがっていた。あまり厚くもなさそうな油氷の上を、かまわず一直線にどんどん歩いていかれる先生のあとを必死についていくのは、きもを冷す思いだった。それからわずか二年足らずで吉村先生は同じ諏訪湖で氷が破れたために殉職された。その後自分ひとりで研究者として仕事をすすめてゆかねばならぬようになると、もはや湖沼の研究はロマンチックなものではなくなった。10年近くもさんざんまわり道をして現在に至ったが、この小著を書き終った今になって、やっと湖沼研究の今後の進むべき方向が少しわかってきたような気がする。

この書物は私のこのような歩みの中で得た拙ない経験に諸先輩の労作より得た知識をあわせてまとめたものである。湖

沼の研究は地学、物理学、化学、生物学などの各部門にわたっているから、私の狭い知識では到底すべてについて充分な記述をすることはできない。今後多数の各専門分野の人達の協力により新しい「湖沼学」及び「湖沼調査法」ができるのを期待して、私の主として関係している部門を重点的に書き他の部門は一応の調査に必要な範囲にとどめざるを得なかった。

私個人の方では尚に余るこの書物がどうやら出版のはこびになるまでには、多くの方々の御援助を頂いた。種々の点で御指導下さった故吉村信吉先生をはじめ向井正幸、多田文男、日高孝次、木村健二郎、南英一、菅原健、三宅泰雄、野口喜三雄ならびに望月欣二の諸先生に厚く感謝したい。また多方面でお世話になった山本荘毅、谷津栄寿、増澤誠太郎、半谷高久、上野精一、市村俊英、大島康行、貝塚爽平、坂口豊の諸氏ならびに出版のいとぐちをつくって下さった小堀巖氏に謝意を表したい。

なお附録のプランクトンの図説ならびに文献は横浜市立大学の福島博氏の絶大な御好意によるものであり；天然湖沼のリストは京大大津臨湖実験所の堀江正治氏が快よくお貸し下さったものである。ここに記して深く感謝したい。

目 次

はしがき	5
この書物の内容について	13
湖沼調査の一般的参考書	15
第1章 調査の計画	19
1 机上での調査	19
2 現地での一般的な調査	20
a まず調べておくこと	20
b ふつう調べておきたいこと	21
3 特殊な問題の調査	22
a 生産量の調査	22
b その他の調査	22
第2章 湖沼調査の一般的注意	24
1 計画するにあたっての注意	24
a なるべく簡単で確実な方法を用いる	24
b 観測をくりかえすこと	25
c 同時にできるだけ多方面のことを調べておく	25
2 野外調査の準備についての注意	26
a 器具の点検	26
b 試 薬 類	26
c ビュレット、ビベット	27
d スタンド	27
e ビーカー、フラスコ	27

f	プランクトンネットその他	27
g	試料	28
h	その他の携行用品	28
i	湖沼調査携行用品一覧	29
3	観測の際の諸注意	31
a	野帳に記入すること	31
b	必ず錨を用いる	32
c	波が高くなったとき	32
d	舟の安定を保つように心がける	32
e	不要な器具はかたづけしておく	32
f	器具を水中に落したとき	33
g	観測する位置	33
h	観測値の読みとり	33
i	器具を直射日光にさらさない	33
j	氷上で調査するとき	33
k	観測後の処置	34
l	とくに事故防止について	34

第3章 湖盆形態の調査 35

1	湖岸線の測置	35
2	測深のための器具	37
a	観測船	37
b	錘鉛及び綿ロープ	38
c	測深棒	39
d	音響測深器	39
3	測深位置の決定	40
a	測角による方法	40
b	六分儀の使用法	40
c	見とおし線による方法	41

d 濃度、時間による方法	42
e 間なわによる方法	42
4 深度図の作成	42
第4章 湖沼の水の動きの調査	44
1 注入水と排出水の量	44
a 実測により求める	44
b 降水量より概算する	44
2 湖の水位	44
3 湖 流	45
第5章 水温の調査と採水	47
1 表面水温の測定	47
2 深層水温の測定と採水	48
a 絶縁式採水器	50
b 転倒温度計	53
c 転倒採水器	53
3 特殊な水温測定器具	53
a バシサーモグラフ	53
b 電気水温計	53
4 簡易な器具による水温の測定	54
a 最高最低温度計	54
b その他の方法	55
5 その他の採水法	55
a 簡易採水ピン	56
b 採水ピンを2本用いる方法	56
c サイフォンを利用する方法	56
d 大形注射器を用いる方法	57

e 真空ポンプの利用	57
6 採水に関する注意	58
第6章 湖水の光学的調査	60
1 透明度の測定	60
a セツキー円板	60
b 測定上の注意	60
c 透明度の意味	61
2 水中光度の測定	62
a ニウ化カリ法	62
b 光電池による方法	63
c 光の強さの測定の単位について	65
3 濁度の測定	67
a 簡易な測定法	67
b 採水した水についての測定法	67
c 器械を水中に下げての測定法	68
4 水色の測定	68
a フォーレル水色標準液	69
b 白金コバルト標準液	69
第7章 湖水の化学的調査	
(随水の化学分析法)	71
1 水の化学分析をはじめて行う人のために	72
2 湖沼調査のための分析用器具の工夫	75
a 野外用簡易比色計	76
b かんたんな電気恒温箱の製作	77
3 蒸発残留物, 強熱減量	78
a 蒸発残留物	79
b 溶解性残留物	79

c 懸濁物量	79
d 熱 量	80
4 電気伝導度	80
5 水素イオン濃度(pH)	84
a 比色法による pH の測定	86
b R _p H の測定	88
c 汽水測の pH の測定	88
6 メチルオレンジ・アルカリ度	89
7 フェノルフタレイン酸度(遊離炭酸)	91
8 遊離炭酸, 重炭酸イオン, 炭酸イオン	92
9 全 炭 酸	94
10 溶 存 酸 素	98
a ウィンクラー法	99
b オーレの改良法	106
11 過マンガン酸カリウム消費量	107
12 塩素イオン	109
a モール法(Mohr)	110
b 岩崎氏の比色法	111
13 窒素化合物	112
a アンモニウムイオン	113
b 亜硝酸イオン	114
c 硝酸イオン	115
14 リ ン	118
a 溶存リンの定量	118
b 全リンの定量	119
15 ケ イ 酸	120
a 溶存ケイ酸の定量	120
b コロイド状ケイ酸の定量	122

c 全ケイ酸の定量	123
16 硫酸イオン	123
a 簡易比濁法	124
b 保護コロイドを用いる比濁法	124
17 硫化水素	125
18 カルシウムイオン, マグネシウムイオン	126
a カルシウムイオンの定量	127
b カルシウムイオン及びマグネシウムイオンの定量	129
c マグネシウムイオンの定量	132
19 鉄, マンガン	132
a 鉄の定量	133
b マンガンの定量	136
20 アルミニウム	138
a アルミニウムの比色法	138
21 イオン交換樹脂の利用	140
a 陽イオンの濃縮及び陰イオンの分離	142
b ナトリウムイオン, カリウムイオンの定量	142
c 野外での純水の製造	143
22 化学分析の結果の表しかた	144
第8章 湖沼の生物の調査	146
I プランクトンの調査	146
1 プランクトンネットによる採集	147
a プランクトンネット	147
b ネットの使用法	150
2 採水器その他による採集	152
a 採水器による方法	152
b サイフォンによる方法	153

c ポンプによる方法	153
3 試水よりのプランクトンの濃縮	153
a 遠心分離法	153
b 沈 殿 法	155
c ロ過法	155
4 プランクトンの保存, 査定	155
a プランクトンの保存	155
b プランクトンの見かた	156
5 プランクトンの定量	157
a 重量測定法	157
b 化学的測定法	158
c 個体測定法	158
d 個体数測定値の表現法	160
II バクテリアの調査	161
1 バクテリアの定量法	163
a 平板培養法	163
b スライドグラスによる方法	165
III 底棲動物の調査	166
1 器 具	168
2 採集地点の撰定	168
3 採集と処理	169
IV 沿岸部の生物の調査	171
1 沿岸部の動物の採集と処理	173
a 定性的な採集	173
b 定量的な採集のための器具	174
c 採集にあつての注意	175
2 大形植物の採集と処理	175

a 定性的な採集	175
b 定量的な採集	175

第9章 湖底堆積物176

1 採泥器	178
a かんたんな採泥器	178
b エクマンバージ採泥器	178
c 柱状採泥器	179
d ボーリング	181
e 採取した試料の保存	181
2 粒度分析	182
a 粗い粒子の分析	182
b 細かい粉子の分析	186
3 花粉分析	188
a 花粉プレパラート	189
b 分析結果の処理	192
4 微化石分析	193
5 組織分析	194
6 沈殿量の測定	195
a 正確な測定をくりかえす方法	195
b 層位学的な方法	195
c 沈殿ビンによる方法	195
7 湖底堆積物の化学分析	197
a 有機炭素	197
b 全窒素（微量ケルダール法）	201

第10章 湖沼の生産量とその測定205

1 湖沼の総合的な性質	205
-------------------	-----

1	湖沼の物質循環	205
2	湖沼の生物の生産	206
3	生産から見た湖沼型	210
a	調和湖沼型	210
b	非調和型湖沼	211
4	湖沼型の遷移	212
II	生産量及び生産力	213
III	生産量の測定法及び測定値	214
1	生活法のちがう生物群の現存量の間の関係	214
2	現存量を用いての生産量の測定	215
3	クロロフィルの定量による生産量の測定	217
a	光の強さの計算	218
b	単位量のクロロフィルについての生産量	220
c	クロロフィル法の長所と欠点	222
4	物質代謝に伴う水中の化学物質の変化による生産量の測定	223
5	溶存酸素量の変化による生産量の測定	224
6	放射性炭素 C^{14} による生産量の測定	226
a	野外での処理	228
b	実験室での処理	229
7	その他湖沼の生産力を示すもの	230
8	生産のエネルギー効率	231
9	湖水中のクロロフィルの定量法	232
a	フェオフィチンとして定量する方法	232
b	簡易法	236
附 録		239

1	湖盆計測	239
2	水温に関する計算	241
a	湖沼の平均水温の計算	241
b	湖沼の熱収支の計算	242
c	垂直安定度の計算	242
d	風の仕事	243
3	淡水の密度と粘性係数	244
4	日本各地の地磁気偏角表	244
5	摂氏、華氏温度の比較	245
6	原子量	245
7	おもな酸・アルカリの濃度とpHの関係	246
8	中和滴定指示薬（及び混合指示薬）	246
9	単位の換算表	247
I	ミリグラム $\leftrightarrow$ ミリ当量	247
II	ミリグラム $\leftrightarrow$ ミリモル	247
III	体積（c.c.） $\leftrightarrow$ ミリグラム	247
IV	ミリグラム $\leftrightarrow$ ミリグラム	247
10	おもな規定液	248
11	おもな標準溶液	249
12	度量衡換算表	249
13	我が国の深湖	250
14	我が国の透明度の大きな湖	250
15	本邦主要湖沼	251
16	本邦主要人工湖	259
17	酸素飽和度の計算表	264
18	本邦主要プランクトン図説〔福島 博〕 ならびにプランクトン査定のための参考書	265

この書物の内容について

1 一応この書物があれば、湖沼調査に関係することはひととおりにあうように心がけた。ただ著者のおもに関係している部門が化学、湖底堆積物、生産などであるため、既に述べたように重点をそこにおき、個々の生物の部門とくに沿岸部の生物などはきわめてかんたんにはか述べていない。詳しくは別記の上野氏の著書などを参照されたい。また魚類についてはほとんどふれなかった。

2 陸水の化学分析法については、現在適当な単行本がないだけに、できるだけ詳しく述べた。新しい方法を取り入れるとともに、著者が学生時代に苦勞した経験から、設備のあまりないところで、経験のない人が始められるようにも心がけた。したがって精度の少し低い簡易法も含めてある。

3 採水法、水温の測定、プランクトンの採集などについても、新しい方法とともに、ありあわせの器具でできる方法も加えた。中・高校生の共同研究などに適していると思う。

4 粒度分析、花粉分析なども詳しく述べるとともに、微化石分析に役立つように、巻末のプランクトン図説中の珪藻の部分を中心に詳しくした。今のところ和書で手ごろなものがないから広範囲の人の役に立つと思う。

5 各種の器材の価格、入手方法なども、専門外の人 の 便 宜 の た め、著者の知る範囲で詳しく記した。

6 巻末の我が国の湖沼のリストに人工湖の詳しい表を別に設けたのは、今後の人工湖の重要性を考えたからである。

7 中にくりかえし述べているように、湖沼のどの部門を調査するにも、湖沼についての一応の体系的な知識があることが好ましい。この書物の中に詳しく書くことはできないので、別記の参考書を読んで頂きたい。ただ生産を中心として根本的な部分のみについて

は、この書物の終りのほうに湖沼の総合的な性質として不十分ながら述べてある。調査のあいまにでも読んで頂きたい。

⑧ 化学関係の用語は文部省の学術用語集に従った。なれないと不自然な感じのする用語もあるが、今後広く使用されるようになると願う。

湖沼調査の一般的参考書

外国書を除き、湖沼学一般及び調査法に関して手ごろな書物は今のところ新刊ではほとんどない。そこで古いものも含めておもなものを列記してみる。但しプランクトンの分類、同定を主とするものは巻末 298 ページに、水の化学分析に関するものは 72 ページにまとめて記してある。

〔和 書〕

- 1) 田中阿歌麿 (1918): 湖沼めぐり, 博文館 476 pp.
- 2) 田中阿歌麿 (1922): 趣味の湖沼学, 実業之日本社 734 pp.
- 3) 田中阿歌麿 (1927): 湖沼巡礼, 国本社 322 pp.

いずれも我が国湖沼学の創始者である故田中博士の著書で、1) は旅行記風の書きかたに学究的な内容を含めている。眺みものとしても面白く、先覚者の苦心のあとがよくわかる。2) ははじめに当時の物理学的な湖沼学の解説があるが、おもな内容は本邦各地の湖沼誌で、簡単な深度図もはいつている。現在でも、そなえておいてよい本である。3) は 2) の湖沼誌の部分のみまとめたもの。内容はむしろ 2) のほうがすぐれている。いずれも古書としてときおり入手できる。

- 4) 川村多実二 (1918): 日本淡水生物学 上下, 雲華房 579 pp., 499 figs.

上巻はおもに分類。下巻は生態、分布、生理などを含む。すぐれた本であるがほとんど入手不能である。

- 5) 上野益三 (1932): 陸水生物学実習手引, 岩波講座生物学増訂版, 61~86 pp., 18 figs.

簡潔であるがきわめて有用である。

- 6) 上野益三 (1935): 陸水生物学概論, 養賢堂, IV+276 pp., 129 figs.

内容の豊富な陸水生物学。総合湖沼学を紹介している。すぐれた書