

秋田県内における湖沼の富栄養化について —窒素及び磷の排水基準がかかる湖沼の水質—

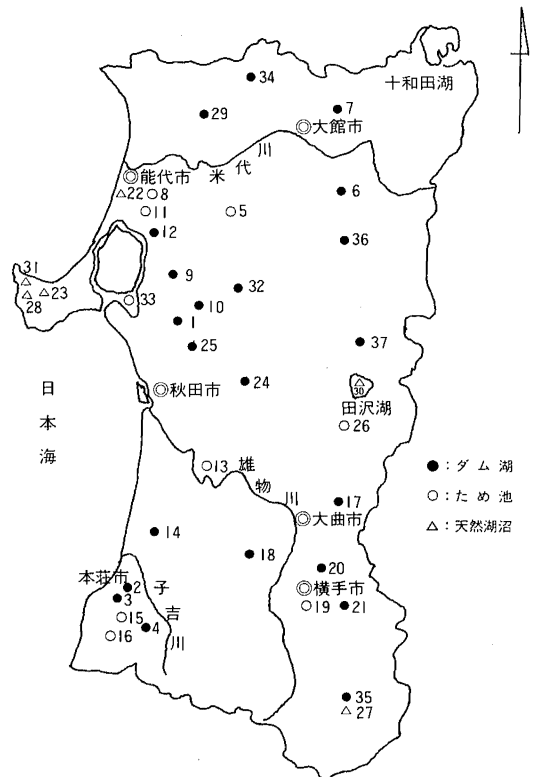
加藤 潤 片野 登 組谷 均 久米 均

1 はじめに

近年、我国において富栄養化の進行が著しく、すでに相当数の湖沼において被害が発生している。

環境庁は1985年5月に富栄養化しやすい湖沼（窒素及び磷が流入した場合に藻類等が増殖しやすい湖沼）として全国で1,022湖沼を告示した。本県では38湖沼が告示を受け、ため池の八郎湖のみが窒素含有量及び磷含有量についての排水基準がかかる湖沼に、残り22箇所のダム湖、8箇所のため池、7箇所の天然湖沼は磷含有量についての排水基準がかかる湖沼として指定された。環境基準の類型指定されている八郎湖、田沢湖等13湖沼では水質監視が行われているが、その他の湖沼では今までほとんど水質調査が行われていない。そこで今後の富栄養化防止の基礎資料とするために青森県で報告している十和田湖を除く37湖沼の調査結果について考察を加え、若干の知見が得られたので報告する。

とおりである。



図一 1 調査地点

2 調査方法

調査期間は1985年から1991年までの7年間で、調査対象湖沼はダム湖22、ため池9、天然湖沼6の計37湖沼である(図一1)。

今回の解析に用いた項目は、化学的酸素要求量(COD)、全窒素(T-N)、全磷(T-P)、透明度、クロロフィルa(Chl.a)の5項目で、湖心での表層の水質分析結果の平均値を用いた。水質の分析方法は表一1に示した

表－1 水質の分析方法

項 目	分 析 方 法
C O D	JIS K 0102.17
T－N	環境庁告示59付表 7.1
T－P	環境庁告示59付表 8
透明度	海洋観測指針 4.1 セッキ－板
Chl.a	海洋観測指針 9.6

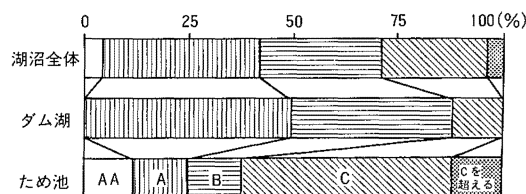
3 調査結果及び考察

調査対象湖沼の湖面積及び水質調査結果等は表－2 に示したとおりである。

3. 1 C O D

湖沼の代表的な有機汚濁指標である COD について、表－2 に示したとおり環境基準が設定されている13湖沼についてみると、AA類型(COD：1mg/ℓ以下)は6湖沼で、基準値を達成しているのは酸性湖沼の田沢湖と鯉畑ダムの2箇所である。また、A類型(COD：3mg/ℓ以下)は7湖沼あり、基準値を達成しているのは岩見ダムのみである。

残りの24湖沼については環境基準が設定されていないが、この基準をもとに分類すると、図－2 に示したとおりA類型が37.5%と最も



図－2 CODの類型指定されていない
湖沼の分類

多く、ついでB類型(COD：5mg/ℓ以下)の29.2%、C類型(COD：8mg/ℓ以下)の25.0%となっている。

また、湖沼の種類別で分類するとダム湖はA類型の50.0%とB類型の37.5%を合わせると87.5%を占めている反面、ため池ではC類型が50.0%を占め、それを超えるものを合わせると62.5%になっており、ため池の有機物汚濁の進行が著しい。

3. 2 T－N、T－P

窒素、磷は湖沼の生物生産にとって必要不可欠な栄養物質であり、また富栄養化の指標でもある。そこで環境庁は湖沼の水質汚濁を防止する目的で、1982年12月に湖沼にかかる窒素、磷の環境基準を告示した。本県では湖沼への窒素、磷の類型あてはめをしていないが、各湖沼を環境基準に基づいて区分すると、図－3に示したとおりII類型(T－N：0.2mg/ℓ以下、T－P：0.01mg/ℓ以下)には岩見ダム、大瀧ため池、田沢湖をはじめとする9湖沼(ダム湖5、ため池1、天然湖沼3)、III類型(T－N：0.4mg/ℓ以下、T－P：0.03mg/ℓ以下)には黒森川第一ダム、角助堤、一の目瀉をはじめとする最も多くの15湖沼(ダム湖11、ため池2、天然湖沼2)が区分され、II類型とIII類型を合わせると全体の64.9%になっている。また、天然湖沼及びダム湖はII及びIII類型合わせてそれぞれ83.3%、72.7%を占めているが、ため池はIV類型(T－N：0.6mg/ℓ以下、T－P：0.05mg/ℓ以下)以上で66.7%を占めており、ため池のT－N、T－Pの濃度が高いことがわかる。

また、植物プランクトンが正常な増殖を示すためには、その体組織に近い比でNとPが体内にとりこまれる。この比は約10：1～25：1の範囲にある。したがってN/P比

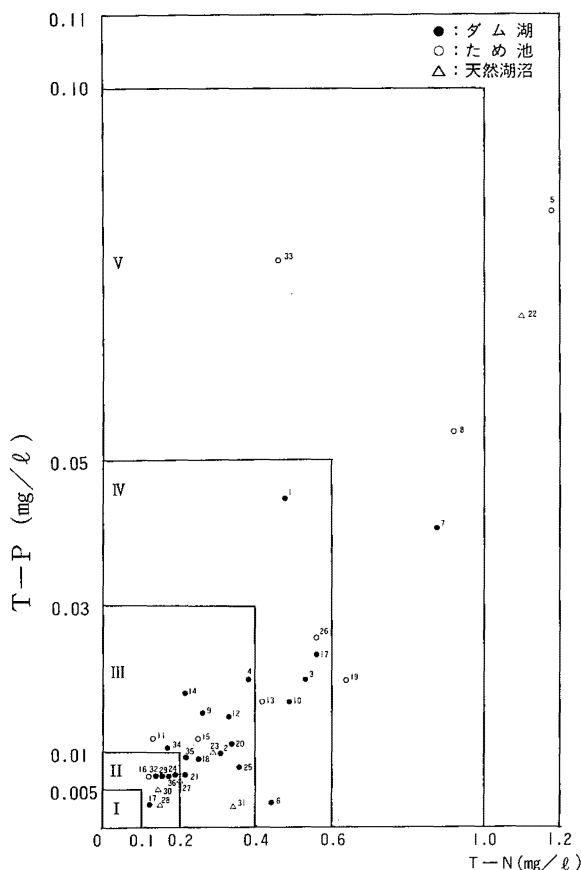
表-2 調査結果

No	湖沼名	市町村名	種類	湖面積 (km ²)	COD (mg/l)	T-N(mg/l)	T-P(mg/l)	N/P比	T-N・T-P の類型	透明度(m)	Chl.a	MTSI	備考
1	井河ダム貯水池	井川町	ダム湖	0.05	4.7	0.47	0.045	10	IV	1.2	11.5	4.9	水道水源
2	黒森川第1ダム貯水池	由利町	ダム湖	0.18	2.4	0.31	0.010	31	III	1.6	3.7	3.3	水道水源
3	黒森川第2ダム貯水池	由利町	ダム湖	0.21	3.3	0.53	0.020	27	IV	1.5	4.7	3.9	水道水源
4	花立ダム貯水池	矢島町	ダム湖	0.01	3.7	0.39	0.020	20	III	0.8	3.6	4.3	水道水源
5	三木田ため池	合川町	ため池	0.12	9.5	1.17	0.082	14	V ^{を超える}	1.9	44.3	5.5	
6	八面沢ダム貯水池	比内町	ダム湖	0.10	1.6	0.44	0.003	147	IV	4.1	1.5	1.8	
7	釈迦池ダム貯水池	大館市	ダム湖	0.29	6.1	0.87	0.041	21	V	3.4	21.6	4.4	
8	小友沼	能代市	ため池	0.47	7.9	0.93	0.053	18	V	0.8	16.3	5.5	
9	大由沢ダム貯水池	五城目町	ダム湖	0.14	3.0	0.26	0.016	16	III	3.5	1.1	2.7	
10	袖ヶ沢ダム貯水池	五城目町	ダム湖	0.12	3.0	0.49	0.017	29	IV	3.6	1.5	2.8	
11	角助堤	山本町	ため池	0.50	6.2	0.14	0.012	12	III	0.8	4.6	4.0	
12	鹿渡ダム貯水池	琴丘町	ダム湖	0.14	4.2	0.34	0.015	23	III	2.3	4.8	3.4	
13	泉沢ため池	協和町	ため池	0.60	4.3	0.41	0.017	24	IV	1.3	8.2	4.1	
14	六ヶ村ダム貯水池	本荘市	ダム湖	0.24	5.1	0.21	0.018	12	III	2.1	2.9	3.4	
15	大谷地池	由利町	ため池	0.65	3.0	0.25	0.012	21	III	1.5	2.2	3.3	
16	大潟ため池	仁賀保町	ため池	0.10	0.6	0.13	0.007	19	II	3.3	0.5	2.0	
17	一丈木ダム貯水池	千畑町	ダム湖	0.11	2.8	0.56	0.023	24	IV	1.5	5.1	4.0	
18	葛ヶ沢ダム貯水池	大森町	ダム湖	0.10	3.3	0.25	0.009	28	III	2.5	1.8	2.7	
19	檜沢沼	横手市	ため池	0.24	5.1	0.64	0.020	32	V	2.0	5.1	3.7	
20	明永ダム貯水池	横手市	ダム湖	0.15	3.4	0.33	0.011	30	III	2.9	2.3	2.8	
21	相野々ダム貯水池	山内村	ダム湖	0.30	2.2	0.21	0.007	30	III	3.5	3.1	2.5	
22	浅内沼	能代市	天然湖沼	1.0	13	1.10	0.069	16	V ^{を超える}	0.5	44.4	6.3	A 類型
23	一の目潟	男鹿市	天然湖沼	0.26	4.4	0.28	0.010	28	III	2.5	4.5	3.1	A 類型 水道水源
24	岩見ダム貯水池	河辺町	ダム湖	0.95	1.2	0.18	0.007	26	II	3.0	4.7	2.8	A 類型
25	大滝沢ダム貯水池	秋田市	ダム湖	0.19	2.8	0.36	0.008	45	III	2.3	4.2	3.0	
26	大沼	田沢湖町	ため池	0.13	7.0	0.56	0.026	22	IV	1.0	8.6	4.6	
27	桁倉沼	皆瀬村	天然湖沼	0.35	3.6	0.20	0.007	29	II	2.0	3.0	2.9	A 類型
28	三の目潟	男鹿市	天然湖沼	0.11	3.6	0.15	0.003	50	II	7.5	0.6	1.1	A 類型 水道水源
29	素波里ダム貯水池	藤里町	ダム湖	1.9	1.5	0.15	0.007	21	II	2.9	4.7	2.8	A A 類型
30	田沢湖	田沢湖町、西木村	天然湖沼	25	0.5	0.15	0.005	30	II	7.5	1.8	1.6	酸性湖沼 A A 類型
31	二の目潟	男鹿市	天然湖沼	0.08	3.9	0.34	0.003	113	III	3.4	1.9	2.0	A 類型 水道水源
32	萩形ダム貯水池	上小阿仁村	ダム湖	1.0	1.6	0.14	0.007	20	II	2.7	4.7	2.9	A A 類型
33	八郎潟	大町村他11市町	ため池	45	4.7	0.51	0.077	6.6	V	1.8	5.1	4.6	A 類型 水道水源
34	早口ダム貯水池	田代町	ダム湖	0.33	2.2	0.17	0.011	15	III	3.2	2.5	2.8	
35	皆瀬ダム貯水池	皆瀬村	ダム湖	1.5	1.7	0.22	0.009	24	III	2.3	3.4	3.0	A A 類型
36	森吉ダム貯水池	森吉町	ダム湖	1.5	2.2	0.19	0.007	27	II	3.3	2.7	2.5	A A 類型
37	鍾畑ダム貯水池	田沢湖町	ダム湖	2.5	0.6	0.13	0.003	43	II	3.3	1.4	1.9	酸性湖沼 A A 類型

Noを○、△印で囲んでいるものは、CODの類型あてはめをしている湖沼 ○：AA類型 △：A類型

T-N、T-Pの類型：秋田県では類型あてはめをしていないが、環境基準をもとに区分した結果

MTSI：多変数量栄養指数



図一 3 各湖沼のT-NとT-Pの関係

が10以下の、クロロフィルa量が多く、植物プランクトン生産の大きい水域では、その生産にNが不足ぎみであり、逆にN/P比が20~25以上のクロロフィルaの少ない貧栄養水域ではPが制限的になっている²⁾。このことから県内の37湖沼をみると、八郎湖はN/P比10未満でNが制限的な栄養塩であると考えられる。なお、片野ら³⁾は八郎湖は6~10月にNが制限因子になり、11~5月ではPが制限因子になると報告している。N/P比が10~25の範囲にありNとPの両方が制限的な栄養塩となっていると考えられる湖沼、又はNかPのどちらか一方が制限的な栄養塩

となっていると考えられる湖沼は井河ダム、三木田ため池、浅内沼等19湖沼であった。また、N/P比が25を超える黒森川第一ダム、櫛沢沼、三の目潟等17湖沼はPが制限的な栄養塩であると考えられる。

一方、表一2に示したT-N/T-P比(N/P比)をみると、10~25の範囲にある湖沼が19で、17湖沼がN/P比25を超えている。N/P比が10~25の範囲にある湖沼では、T-Nとクロロフィルa、T-Pとクロロフィルaとの間に直線関係が成り立つことが坂本によって報告されていることから²⁾、N/P比が10~25の範囲にある19湖沼について両者の関係をみてみると、T-Nとクロロフィルaでは相関係数 $r=0.951$ ($n=19$)、T-Pとクロロフィルaでは $r=0.965$ ($n=19$)で高い相関が成立する。一方、N/P比が25を超える17湖沼のT-N及びT-Pとクロロフィルaとの相関は $r=0.638$ ($n=17$)、 $r=0.650$ ($n=17$)であった。

3. 3 多変数富栄養化指数

湖沼の富栄養化の現象を透明度、T-P、クロロフィルaを基準とした多変数富栄養化指数(MTSI: Multiparameter trophic state indices)⁴⁾で区分した結果を表一2に示した。

MTSIによる各湖沼の富栄養化をみると、MTSI値が1~3の貧栄養湖~中栄養湖に分類されるものは、鑑畑ダム、大潟ため池、田沢湖をはじめとして26湖沼(ダム湖18、ため池3、天然湖沼5)であり、全体の70.3%を占めている。MTSI値が4~5の中栄養湖~富栄養湖に分類されるものは、井河ダム、八郎湖等10湖沼(ダム湖4、ため池6)となっており、MTSI値が6以上の富栄養湖~過栄養湖になったのは天然湖沼の浅

内沼の1湖沼であった。

4 まとめ

秋田県内の富栄養化しやすい37湖沼を調査したところ以下の知見が得られた。

- (1) CODの類型指定湖沼13湖沼中、環境基準を達成したのは3湖沼で達成率は23.0%であった。

CODの類型指定されていない24湖沼についてみると、A類型に分類される湖沼が最も多く37.5%であり、湖沼の種類別で分類するとダム湖はA～B類型で87.5%であるが、ため池はC類型及びそれを超えるものを合わせると62.5%になっており、ため池の有機物汚濁の進行が著しい。

- (2) T-N、T-Pについて秋田県では類型あてはめをしてないが、環境基準もとに各湖沼を区分すると、III類型の湖沼が最も多く、これにII類型の湖沼を含めると全体の64.9%になっている。

また、ダム湖及び天然湖沼に比べて、ため池のT-N、T-Pが高い値を示している。

- (3) 県内の湖沼は、Pが制限的な栄養塩となっているところが多い。
- (4) N/P比が10～25の16湖沼ではT-N、T-Pとクロロフィルaとの間に高い相関がある。
- (5) 多変数富栄養化指数(MTSI)から70.3%の湖沼が貧栄養湖～中栄養湖(MTSI値1～3)に属しており、中栄養湖～富栄養湖(MTSI値4～5)は27.0%であった。

参考文献

- 1) 三上 一：湖沼の富栄養化に関する研究(1) —AGP試験及び多変数富栄養化指数からみた青森県の湖沼，全国公害研会誌，Vol. 15，No.3 (1990)
- 2) 日本水質汚濁研究協会編『湖沼環境調査指針』，p.226—228，公害対策技術同友会，東京，1982
- 3) 片野 登ほか：八郎湖の富栄養化に関する一考察，秋田県環境技術センター年報No.17，99(1989)
- 4) Hiroshi Yoshimi(1987)：Simultaneous construction of single parameter and multiparameter trophic state indices. Wat. Res., Vol.21.No.12, 1505—1511