

湖沼の水質保全からみた白樺湖流域の自然環境容量

渡辺義人*・沖野外輝夫**

The Acceptability of Pollutant (Nitrogen and Phosphorus) Load from
Catchment Area for Concerning Water Quality of Lake Shirakaba

Yoshito WATANABE* & Tokio OKINO**

はじめに

山地森林をはじめ自然環境が豊かな地域は、水資源の涵養や洪水調節などの理水機能、土砂崩れなどの災害防止、さらには自然景観や各自然要素が醸し出す快適さなど人間の生活にとってなくてはならない多面的な機能を有している。いわゆる公益的機能がそれである。もし自然度の高い地域において、このような公益的機能が失われるような種類あるいは規模の開発行為があれば、社会が受ける損失はこの開発によってもたらされる便益を大きく上回ることが予測される。

そこでこのような自然地域が有する公益的機能を、何等かの測度で評価し数量化できれば、事前に人為が介入しうる許容限界すなわち開発許容量を知ることができ、開発行為に対して一定の歯止めをかけることが原理的に可能となる。桜井(1977)はこの開発許容量に自然環境容量の概念を与えている。

こうした発想のもとに、1976年に長野県が主管し、桜井(信大・繊維)を座長とする自然環境容量調査研究会が発足し、2年間にわたりその数量化手法について基本的な検討が加えられた(1976, 1977)。その後、これを引き継ぐ形で川上(信大・工)を代表とする信州大学自然環境容量研究会により数量化手法開発の検討が進められた(1983)。

これまでに、桜井ら(1976)による河川の水質保全の観点からBODを測度とした環境容量手法による流域の開発規制の具体的方式の提示や、白樺湖を対象に、川上(1983)による開発への適正の観点から、また松本(1983)による景観保全の立場からそれぞれ自然環境容量の数量化について報告がなされている。

著者らも上に述べた一連の研究の一環として、湖沼の水質保全の観点から湖沼流域の自然環境容量を数量化する手法について検討してきた(1977)。本報告はこの検討結果をふまえ、一つのケーススタディとして白樺湖を対象に、その流域の自然環境容量の数量化を試みたものである。

1. 湖沼の水質保全からみた自然環境容量手法の基本的考え方

1) 測度の設定

湖沼の水質保全からみた自然環境容量手法の基本的考え方は、対象とする湖沼の流域における開発許容量を、その湖沼の水質を一定のレベルに維持するために許容される人為汚濁物質の総負荷量ならびにそれから求められる流域の収容人口として表そうというものである。この考え方は基本的には河川の場合と同じである。ただ、河川が有機物汚染度の指標であるBODを測度としているのに対して、湖沼では次に述べる理由から、富栄養化の支配因子である窒素とりんを測度としている。

湖沼は河川と異なり、水の滞留時間が長いことを特徴とする。そのために、有機物が流入すると湖沼内では有機物が分解する一方、分解によって生成した無機態の窒素やりんが、直接栄養塩の形で流入した窒素やりんとともに、植物プランクトンの増殖を促し、有機物の再生産が行なわれる。又、一度植物プランクトンにより吸収された窒素やりんは、その一部が死骸として沈んで湖底に蓄積され、再溶出することによって、くり返し有機物の再生産に利用される。したがって、湖沼の水質汚濁指標としてBODあるいはCODを測定しても、内容的には河川とは全く異なったものとなる。つまり湖沼の場合、特に自然度の高い地域においては、有機物の濃度は、流入有機物の大小よりも植物プランクトンの消長に大きく左右されるということである。したがって湖沼の場合には、上に述べたように植物プランクトンの増殖を促す直接の支配因子である窒素とりんを測度として使用することが妥当である。

2) 自然環境容量算定のための計算式

測度である窒素、りんは、それぞれ全窒素(TN)、全りん(TP)として測定される。湖沼の目標水質を維持するために求められる自然環境容量は、下記の(1)式

$$L(N, P) = \frac{(Ca - Cn) \cdot T}{\frac{1}{I} \cdot \frac{V}{R}} \cdot I = (Ca - Cn) \cdot I \cdot \frac{1}{R} \quad (1)$$

により流域からの窒素あるいはりんの許容される人為的総負荷量として算出される。

*信州大学繊維学部 Fac. Textile Sci. & Tech.,
Shinshu Univ.

**信州大学理学部 Fac. Sci., Shinshu Univ.

L ; NまたはPの許容負荷量 (kg/日)
 Ca, Cn ; それぞれ, NまたはPについて, 湖水中の許
 容濃度 (目標水質) および自然水中の濃度を示す。
 (kg/m³)

I ; 流入水量 (m³/日)
 V ; 湖盆容積 (m³)。ただし, 水温成層深度以上の深い湖
 沼では表面から水温成層深度までの容積を対象とする
 T ; N, Pの湖水内の回帰日数 (日) で, 下記の式から
 与えられる。なお, データは夏期の測定値をもちいる。

$$T = \frac{N \text{ あるいは } P \text{ の 現 存 量 (g/m}^2\text{)}}{N, P \text{ の 吸 収 量 (g/m}^2\text{/日)} *}$$

* 植物プランクトンの一次生産量 (C g/m²/日) と
 N, P含量から算出

$$R = \frac{V}{I} ; \text{表層から水温成層深度までの湖水の滞留時間(日)}$$

$$\frac{R}{T} ; \text{植物プランクトンの湖水中におけるNまたはPの
 実利用率}$$

又, この許容負荷量をNあるいはPの発生負荷量原単
 位で除すれば, 人口当量を求めることができる。これを
 さらに, (2)式のように流入するNまたはPのそれぞれの
 流達率および浄化率で補正すれば, 問題となる流域の自然
 環境容量を収容人口として表すことも可能である。

$$N = \frac{L}{I_i \cdot \alpha \cdot \beta} \quad (2)$$

N : 流域内の許容収容人口
 L : N又はPの許容負荷量 (g/日)
 I_i : 一人当りのN又はPの排出量原単位 (g/人・日)
 α : 発生源から河川にいたるまでの流達率
 β : 湖沼に流入するまでの河川における浄化率

白樺湖の場合には, N, Pの発生源から湖までの距離
 が非常に短いので, α, βともに1とする。すなわち発生

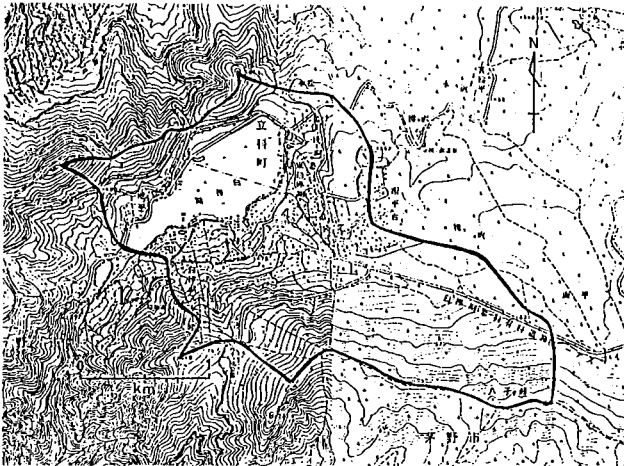


図1. 白樺湖の流域図

源から排出されたN, Pはすべて湖に流入すると考える。

2. 白樺湖流域の自然環境容量

1) 白樺湖および流域の概要

白樺湖は長野県の中央部のやや東側にあり, 茅野市と
 立科町にまたがる標高1,416mに位置する人造湖である。
 白樺湖の流域は, 南北約2km, 東西約2kmで, 面積は
 449.4 haを有している。流域界の標高は, 東側約1,500
 m, 西側約1,800m(八子ヶ峰)であり, 西側八子ヶ峰山
 麓が主な流域となっている。流入河川は湖の北側にはな
 く南側には, 出島川, 音無川, 問屋川, 岩下川はか一つ
 の小河川がある。流出河川としては, 湖の南西にある堰
 より流下する音無川があり, 大門街道に沿って南下し,
 渋川と合流して上川となる。さらに上川は南下して茅野
 市を通過後, 北西に流下し諏訪湖に至る。図1及び図2
 に白樺湖の流域図と湖盆図を, 表1には湖の諸元を示し
 た。流域の土地利用区分は, 森林・原野が96.4%,市街地
 3.6%であり, 農耕地は全く存在しない。別荘, 寮, バ
 ンガロー等の殆どは森林・原野の中に散在する。

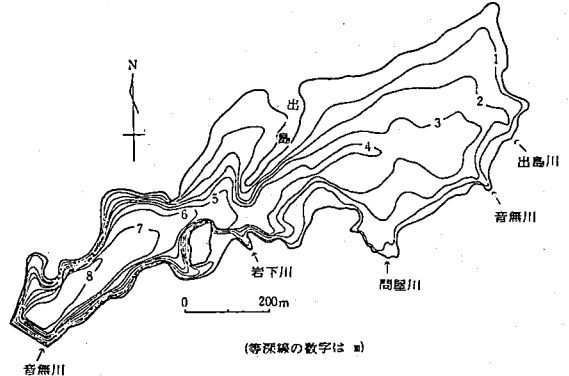


図2. 白樺湖の湖盆図

表1. 白樺湖の諸元

水面の標高	1,416 m
湖面最大長と最大幅	1,380および468 m
海岸線延長	4,310 m
面積	346,000 m ²
最大深度	8.5 m
平均深度	2.74 m
容積	946,400 m ³

白樺湖は毎冬12月20日頃から翌年4月の初旬まで
 全面結氷する。氷の厚さは厚い時で40cmにもなる。
 積雪は比較的少なく, 30cm前後である。

白樺湖は元来、水稻の増収をはかることを主目的として作られた農業用温水溜池である。この地域一帯は、かつて池の平と呼ばれ、草原とそれにつづく底湿地からなり、池はこの湿地帯の中心を流れる音無川を堰き止めて造成されたもので、当初は蓼科大池となづけられた。昭和15年に工事が着工され、途中戦争のために中断するなど余曲折を経て、昭和22年に完成をみている。その後この地域が東に蓼科山、西に霧ヶ峰につづく草原の山なみをのぞむ風光明媚な地であること、近くに北八ヶ岳や蓼科高原をひかえた地の利もあって、急速に観光資源としての役割を持つようになってきた。

茅野市の資料によると、昭和26年に3軒程の旅館が新築され、ボートによる営業が始まっている。また同年には県立公園特定地域に指定されている(昭和39年には国定公園に指定さる)。昭和31年には電気工事が完了、電灯がともされ、湖周辺は急速に開けた。昭和30年代後半の高度経済成長時代の幕あけとともに、開発は急ピッチで進み、避暑、ドライブ、ハイキング、釣り、スキー、スケートなどに訪れる観光客が年々増え、昭和43年のピーナスライン、茅野-白樺湖-霧ヶ峰線の全面開通がそれに拍車をかけた。図3は白樺湖における年間の観光人口の推移をみたもので、昭和40年の130万人から10年後の昭和50年には250万人とやく2倍に増加し、最近では300万人を突破する勢いである。表2は、昭和46年と昭和56年における湖周辺の宿泊施設などの数を示したものである。

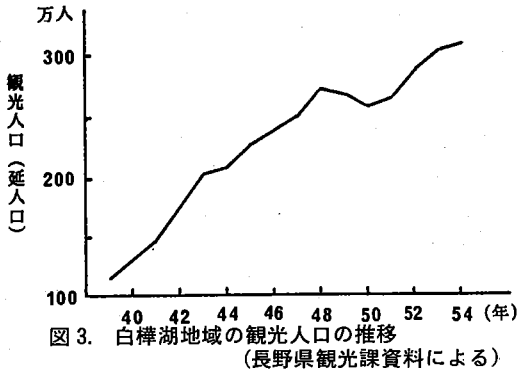


表2. 白樺湖流域の宿泊施設などの数

	昭和46年		昭和56年	
	数	収容人数*	数	収容人数*
旅館・ホテル・ほか	36	4,425人	43**	7,167人
寮	29	1,238	29	1,238
バンガロー	12ヶ所	—	147	975
別荘	345	1,700	500	2,500
キャンプ場テント	—	—	300	800

* 収容可能人数, ** 民宿・ペンションを含む

このように、観光人口や観光施設数の増加は必然的に自然環境に影響をおよぼし、特に多量の生活排水が流入するようになった白樺湖の水質汚濁の進行は、観光資源としての湖の価値を問われる深刻な事態を招くようになった。その後、昭和56年に公共下水道施設が完成し、現在水質はかなり改善されている。

2) 白樺湖と流入河川の水質および流入水量

図4は、茅野市の資料にもとずき下水道施設が稼働する以前の白樺湖におけるCODの年変動を图示したものである。現在、白樺湖は環境基準A類型(COD3ppm以下)が定められているが、図が示すように年によってかなり変動があるものの、年平均値でもここ10年間すべてこの環境基準をオーバーしている。植物プランクトンが異常発生する夏場では、当然ながらCODの濃度はさらにこの基準を大きく上回り、夏の観光シーズンの水質汚濁のひどさを裏付けている。表3はTNの年平均濃度をみたもので、これからも富栄養化が著しく進行していることがわかる。図5は夏季の水温と化学成層の状況をみたものである。溶存酸素は表層で過飽和に、底層でゼロとなり典型的な富栄養湖の分布である。水温躍層はここでは明瞭ではないが、化学成層の状況や、これまでの知見から2.5m付近と考えられる(1970)。

表4は白樺湖に流入する主な3河川の水質を示したものである。これらの河川はいずれも湖より僅か数百メートルから数キロメートル上流の湧水を源としており、人為の影響も少なく、極めて清冽な水である。又、3河川とも水質は良く似ており、各流域の地質などの自然特性

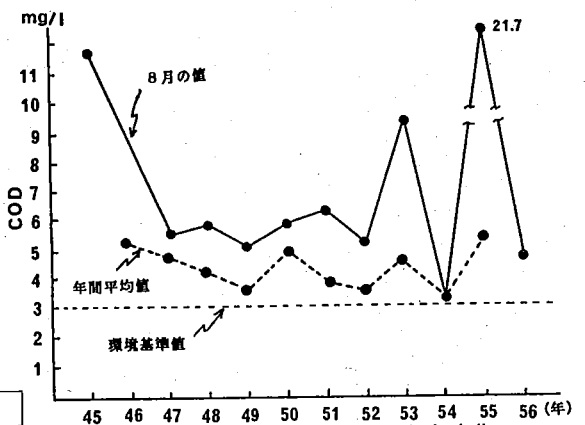


表3. 全窒素(T-N)濃度の経年変化
(年平均値, 茅野市資料による)

	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980
T-N	1.48	0.85	1.25	0.33	0.45	0.98	0.84	0.79

(ppm/1)

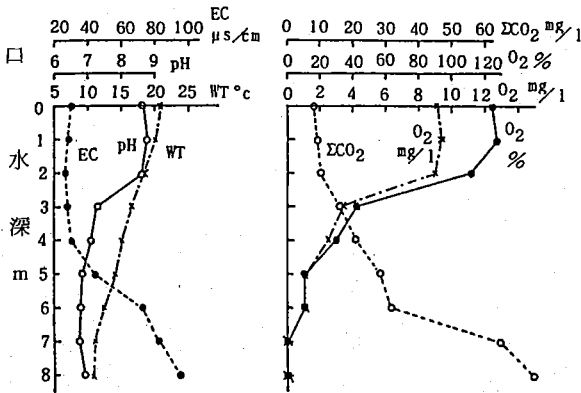


図5. 白樺湖の夏季における水温(WT)、電導度(EC)、pH、全炭酸(ΣCO₂)および溶存酸素(O₂)の垂直分布(1982.8.25)

が同じであることを示している。従ってこの表に示した水質は、この地域の自然水を代表しているものと考えて差し支えない。りん濃度のレベルは0.03mg/l程度である。このレベルは一般の自然水に比べてかなり高い。窒素の平均濃度は、人為の影響が明らかな岩下川を除くと0.21mg/lとなる。

表5は白樺湖の流入・流出水量の調査結果をまとめたもので、1969年の小泉ら(1970)による測定結果と比較して示してある。これらの結果にもとずき、白樺湖の平均流入水量を37,800m³/日とした。

表4. 白樺湖流入河川の水質

河川名	pH	EC	K	Na	Ca	Mg	Cl	SO ₄	SiO ₂	TN	TP
音無川	6.82	39.9	1.3	2.7	2.9	1.1	0.5	1.8	27.0	0.17	0.035
間壁川	6.85	40.3	1.2	2.7	2.7	1.1	0.5	1.7	23.4	0.25	0.032
岩下川	6.92	39.5	1.1	2.2	3.6	1.2	0.8	1.5	21.4	0.65	0.032
平均値	6.86	36.6	1.2	2.4	3.1	1.1	0.6	1.7	24.0	0.21*	0.033

単位: EC μS/cm, その他 mg/l *岩下川を除く平均値

表5. 白樺湖における流入・流出水量 (m³/日)

河川等	1969年**	1981年	1982年	1982年	1982年
	8/30	11/25	4/17	5/15	8/26
岩下川	3,456	3,774	3,473	4,990	3,275
間壁川	4,320	1,480	9,331	3,459	9,994
音無川	17,280	2,480	10,718	7,940	4,908
出島川	432	—	2,540	—	—
小河川・湧水	864	—	1,306	810	612
噴水用引水	—	4,000	4,000	4,000	4,000
計	26,352	11,734	31,363	21,200	22,789
排水・湖内湧水*	16,848	22,046	—	13,780	16,255
流出水(音無川)	43,200	33,780	0	34,980	39,044

*流出水から河川流入水量の合計値を差引いた値

**小泉清ら(1970)

3) 目標水質の設定

湖沼の維持すべき水質をどのレベルにするか、すなわち目標水質の設定はこの自然環境容量手法の中でも重要な作業である。単に根拠の薄い開発主導型の妥協の産物

であってはならないし、とってやみくもに厳しすぎても現実的ではない。あくまでも当該湖沼の利用目的を始め、流域の自然的科学的特性や社会的条件を考慮した総合的観点から設定されるべきものである。

この目標水質の設定に際し参考になるものとして、1984年に環境庁から提示された湖沼の窒素、りんに係る環境基準がある(表6)。この基準は湖沼の利用目的に対応して類型化され、5段階に分けられている。白樺湖は、すでに述べたように農業用水の為に作られた人造湖であるが、豊かな自然環境に囲まれた地の利を生かし、観光資源としての価値を高める為にもできるだけ水質を低いレベルに維持することが望ましい。しかし、自然水の水質のところでも述べたように、この地域の自然水のりん濃度は0.03mg/lとかなり高く、すでに環境基準の類型Ⅲに相当するレベルである。つまりりんについてはこのレベル以下に維持しようとしても現実的に不可能であることを意味している。また、白樺湖の湖底はかつて湿原地帯であった為、植物残査の分解に伴う栄養塩の回帰も多く、もともと富栄養化しやすい体質をもった湖沼といえる。そこで、こうした白樺湖の自然的特性を考慮して、ここでは表6に示した環境基準の類型ⅢとⅣの間をとって、窒素0.5mg/l、りん0.04mg/lを目標水質と設定した。

表6. 湖沼の窒素およびりんに係る環境基準

項目 類型	利用目的の適応性	基準値	
		窒素 (T-N)	りん (T-P)
I	自然環境保全及びⅡ以下の欄に掲げるもの	0.1 以下	0.005 以下
II	水道1,2,3級(特殊なものを除く)水産1種水浴及びⅢ以下の欄に掲げるもの	0.2 以下	0.01 以下
III	水道3級(特殊なもの)及びⅣ以下の欄に掲げるもの	0.4 以下	0.03 以下
IV	水産2種及びⅤの欄に掲げるもの	0.6 以下	0.05 以下
V	農業用水、水産3種工業用水及び環境保全	1 以下	0.1 以下

備考 基準値は年間平均値とする。

注

1. 自然環境保全: 自然探勝等の環境の保全
2. 水道1級: ろ過等による簡易な浄水操作を行うもの
" 2級: 沈殿ろ過等による通常の浄水操作を行うもの
" 3級: 前処理等を伴う高度の浄水操作を行うもの
3. 水産1種: サケ科魚類及びアユ等の水産生物用並びに水産2種及び水産3種の水産生物用
" 2種: ワカサギ等の水産生物用及び水産3種の水産生物用
" 3種: コイ・フナ等の水産生物用
4. 環境保全: 国民の日常生活(沿岸の遊歩等を含む)において不快感を生じない限度

4) 自然環境容量の算定の為の基礎数値の設定

自然環境容量の算定に当たって必要な基礎数値を以下のように設定した。

- Ca (目標水質) ; N 0.5 mg/l, P 0.04 mg/l
- Cn (自然水の濃度) ; N 0.021 mg/l, P 0.03 mg/l
- I (流入水量) ; 37,800 m³/日
- V (表層から水深2.5 mまでの容積) ; 610,000 m³
- R (表層から水深2.5 mまでの湖水の滞留日数); 16日
- T (湖水内での回帰日数) ; N 13日, P 7日

この回帰日数は、小泉ら(1971)のデータをもとにして求めた8月の有光層(水深2.5 m)までの純生産量1.0 g/m²/日と植物プランクトンのC:N:P比、60:10:1から算出したN、P吸収量を、有光層までのN、P現存量の実測値で除したものである。

従って植物プランクトンの湖内におけるN、Pの実利用率R/Tは、Nで1.23、Pで2.29となる。この実利用率は上に述べたように夏期の回帰日数をもとに得られたもので、年間の平均実利用率と比べるとかなり高いと考えられ、それだけ許容負荷量は厳しいものとなる。本来ならば年間の平均的な回帰日数を用いることが望ましいが、一般にはこれを求めるだけのデータを集めるのは難しく、また回帰日数に関する知見も極めて少ないのが現状であり、この設定には今後とも検討を要する課題である。

1i (許容負荷量から人口当量を算出する為のN、P発生負荷原単位) ; 表7に示した数値を用いた。

表7. N、P発生負荷原単位* (g/人・日)

排水の種類 発生源 元素別	雑排水(A)		し尿浄化槽排水(B)		生活排水(A)+(B)	
	N	P	N	P	N	P
居住者	2.0	0.7	6.7	0.43	8.7	1.13
観光客平均**	1.28	0.28	4.7	0.31	5.98	0.59
日帰り客	0.72	0.12	3.3	0.21	4.02	0.33
宿泊客	2.0	0.48	6.7	0.43	8.7	0.91

* 長野県(1979)

** 日帰り客と宿泊客の人口比率を56:44として算出

5) 白樺湖の自然環境容量と現状の評価

上記の各数値を用い、算定式(1)、(2)により、白樺湖の水質保全からみた自然環境容量を許容負荷量および許容収容人口として算出すると表8のようになる。すなわち、許容負荷量はNで9 kg/日、Pで0.2 kg/日 Nの許容負荷量から求めた収容人口はNで1,100人、Pでは180人である。Pから求めた許容収容人口がNの場

合に比べておよそ1/5と小さくなっているのは、Pの自然水濃度のレベルがかなり高いことに起因している。

この許容負荷量を現在の白樺湖へのN、Pの流入負荷量と比較する為に、表7のN、P発生負荷原単位と表10の流域人口から発生負荷量を算出した。その結果が表9である。参考に自然負荷源からの負荷量も示されている。この地域の生活排水のほとんどは白樺湖に流入していると考えられるので、この発生負荷量をそのまま流入負荷量とみなしても大きな誤りはない。この表からもわかるように白樺湖ではN、Pともに全流入負荷量の99%が人為負荷によって占められている。この流入負荷量を許容負荷量と比較すると、Nで10倍、Pで50倍と、大きく環境容量をオーバーしていることになる。現在の白樺湖流域の人口は、表10をみると年間平均観光客数が1日当たり8,500人で、これに定住者を加えるとおよそ13,000人である。これは許容収容人口のNで10倍以上、Pで70倍にのぼる。

すでに述べたように、白樺湖では1982年より公共下水道が稼働をはじめ、現在下水道の90%が下水処理場に送られ、流域外に放流されている。そこで、生活排水の流達率10%、すなわちαを0.1として許容収容人口を算出しなすと、Nで11,000人、Pで1,800人となり下水道稼働以前に比べて10倍も、収容人口としての環境容量が大きくなったことになる。したがって、下水道稼働後の

表8. 自然環境容量算定結果

	1982年以前*		現 在	
	N	P	N	P
許容負荷量(kg/日)	9	0.2	9	0.2
許容収容人口(人)	1,100	180	11,000	1,800

* 下水道稼働以前

表9. 1979年における白樺湖流域のN、P発生負荷量(kg/日)

	自然負荷 (山地森林など)	人為負荷 (生活排水)	合 計
T-N	4.2	113.6	117.8
T-P	0.14	11.7	11.8

表10. 白樺湖の流域人口(1979)

定住人口	500人
観光人口	
宿泊客	1,450,000人
日帰り客	1,630,000人
合 計	3,080,000人
(年間平均)	8,500人/日

表11. 湖沼の自然環境容量算定原簿

湖沼名：白樺湖

湖沼 の タイプ	位置		湖沼の 成因	湖盆形態							滞留 日数 (日)	実測又は 推定 水温成 層深度 (m)	集水域						
	所在地	標高 (m)		湖面積 A (ha)	長軸径 (km)	深度(m)		湖岸線 L (km)	肢節量 L 3.54/A (m³)	容積 (m³)			面積 (ha)	流入河川			流出河川		
						max	mean							数	主 河 要 川	流入量 m³/日	数	主 河 要 川	流出量 m³/日
(調和型) 腐植栄養型 酸性型	長野県 茅野市 北佐久郡 立科町	1,416	火山 断層 堰止 人工 その他	34.6	1.38	8.5	2.74	4.31	0.21	946,400	25	2.5	449.4	5	音無川 間屋川 岩下川	max min mean年 34,800	1	音無川	max月 85,277 min mean年 37,800
表層から2mまでの 容積 = 382,400 m³																			
集水域				水質現況 (富栄養 化指数*)		発生源別原負荷量 kg/日							基礎負荷量 kg/日						
雨量 (mm)	気温 (c)	土地利用(ha)				山林	耕地	都市・観光	工場	降雨	その他	合計	流域全体を山林 とした場合		山林+耕地 (降雨を含む)	山林+耕地+ 居住地+降雨			
max(月) 246.7 min(月) 45.2 年間 1490	max* 20.6 min* -3.3 mean 8.1	山林 原野 433.4	耕地 0	居住地 16	人口 (人) 500 観光客 3,080,000→8,440人/日 日帰り客 1,630,000 4,470人/日 宿泊客 1,450,000 3,970人/日	0.6 1556.8	N 4.2 P 0.14	N 0 P 0	N 113.6 P 11.7	N 0 P 0	N 0 P 0	N 1178 P 118	N 4.26 P 0.14	N — P —	N — P —				
				*〔生産層のchl-a(μg/l) / 50〕															
目標水質 (mg/l)		自然および現況水質 (mg/l)		OECD 許容・危険負荷量 (g/m³/year)		自然環境容量		参考事項				備 考							
環境基準	今回の 基準	自然水質	現況水質	許容	危険	許容負荷量	人口当量	利用	水質現況				主要 魚種	魚獲量 t/年	現富栄養 化の制限 要因				
COD 3 SS 5	N 0.5 P 0.04	N 0.21	N 0.96 (0.58) P 0.05 (0.034)	N 1.14 P 0.24	N 2.28 P 0.44	N 9.0 P 0.2	1100 180		透明度 (m)	COD (mg/l)	クロロフ イルa (mg/l)					DO (%)			
								灌漑用水 レクリエ ーション	0.97	2.8	23.0	表層 125 底層 0				昭和56年4月 下水道第1期 工事完成。 昭和57年8月 現在 下水道 90%供用			
											昭和57年8月25日測定値								
											回帰日数 N : 13日 P : 7日								
											昭和56.57 年の実測 値より								
											上段昭54,5~11平均値(長野県) 下段()57.8.25 測定値								

白樺湖については、Pではまだ6倍程環境容量をオーバーしているが、Nからみると現在の流域の年間平均人口13,000人はかなり許容収容人口に近い数といえる。しかし、図6でみるように観光客数の多い夏期では、流域人口は20,000人/日程にのぼり、夏の観光シーズンに限ってみれば現在でも許容収容人口を大きく上回っていることになる。

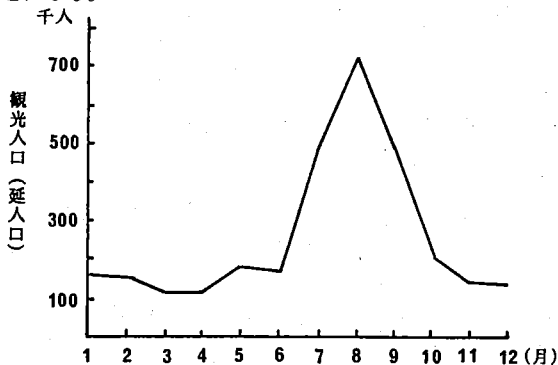


図6. 白樺湖地域における観光客数の月別変動 (長野県観光課資料による)

表11は、白樺湖の自然環境容量の算定にかかわる基礎資料をまとめた算定原簿である。自然環境容量算定の為には、あらかじめこうした湖沼や流域に関する基本的な資料の収集整備が重要な作業となる。

おわりに

以上、白樺湖の水質保全からみた自然環境容量を窒素、リンの許容負荷量および許容収容人口として数量化し、この流域における現在の開発規模について評価を試みたが、すでに本文で述べたように回帰日数の設定など本手法の実用化に当って、更に検討すべきいくつかの課題が残されている。ご批判、ご助言を得れば幸いである。

本研究は、はじめにも述べたように長野県自然環境容量調査研究会および信州大学自然環境容量研究会にメンバーとして参加された信州大学の諸氏との討論と助言を頂くなかで、育まれてきたものである。以下に名を記して謝意を表す。桜井善雄(繊維学部)、川上 浩、松本直司(工学部)、斉藤 豊、和田 清、小林 洵(教育学部)。

また、本研究を助成して頂いた日本生命財団および現地調査にご協力を頂いた茅野市環境保全課、白樺湖旅館業組合など地元の各位にも心からお礼を申し上げる。

参考文献

- 桜井善雄(1977): 自然地域の環境容量, 環境情報科学, 6(4), 58-63
- 長野県(1976): 昭和51年度自然環境容量手法調査検討結果
- 長野県(1977): 昭和52年度自然環境容量手法調査検討結果
- 信州大学自然環境容量研究会(1983): 自然環境容量の数量的評価方法に関する研究
- 桜井善雄・渡辺義人(1976): 水質保全からみた乗鞍高原の陸水, 日水処理生物誌, 12(1), 27-36
- 川上 浩(1983): 白樺湖周辺の開発への適正からみた自然環境容量の数量的評価, 環境情報科学, 12(3), 58-64
- 松本直司(1983): 白樺湖周辺の景観保全からみた自然環境容量の数量的評価, 環境情報科学, 12(3), 65-72
- 小泉清明(1970): 行楽地の湖水・白樺湖の水質と生物群集(第1報), 陸水学雑誌, 31(4), 153-165
- 小泉清明(1971): 行楽地の湖水・白樺湖の水質と生物群集(第2報), 陸水学雑誌, 32(1), 15-25