

IV-19 環境アセスメントに就いての一考察(12)

札幌工業高校 正会員 戸 沢 哲 夫

1. はじめに

湖水の汚濁防止に関する取組みに就いては、国及び自治体に於いて既に立案されたもので実施されて来ている。然し湖水の水質の現実面の改善は閉鎖性水域も関係して、水質の基準値を超えるものも出て来ている。本論は道内の類型別の取扱いを行っている8湖水に対して、全磷、全窒素に関する統計上の取扱いから水質評価を試みたものである。

2. 道内の8湖水の水質の取扱いに就いて

道内の8湖水の環境基準値と類型指定に就いては、表-1に示す取扱いになって示されている。¹⁾ここではこれらの類型別基準値と、調査年度別(56、57、58、59、60各年度)にわたり示されている各湖水別調査結果²⁾即ち、環境評価を求める為の採水位置を考慮しながら、統計処理上の対応を求めた。即ち年度別各湖水の磷の平均値 $\bar{y}$ 、窒素の平均値 $\bar{x}$ 、平均値からの偏差の平方和、即ち磷、窒素の各変動値、 S_y 、 S_x 、評価対象採水位置に於ける年間通しての測定数を n 、2変数磷、窒素に関する共変動を S とする。この値は磷、窒素の各測定ごとの平均値からの偏差を求め、両者を測定値ごとに掛け合わせ集計することにより求めることが出来る。又磷、窒素の年度を通しての相関係数 r を求めることにより両者の相関性を知ることが出来る。その値は $S/\sqrt{S_y \times S_x}$ によって求め得る。

r は±の範囲を取ることが判明しているので、係数間変動より相関性を類推することが可能になる。以上の内容規定より8湖の類型別水質評価を示すと、表-2のようになる。

表-1 環境基準値

類型	湖 名	(基準値)	
		全 磷 (mg/L)	全窒素 (mg/L)
1	支笏湖 洞爺湖 屈斜路湖	0.005	0.1
2	然別湖 標平ダム	0.01	0.2
3	阿寒湖	0.03	0.4
4	網走湖	0.05	0.6
5	春採湖	0.1	1.0

表-2より判断出来る内容は相関係数が総じて各湖水に就いて+側に向いていることから、各湖水に磷窒素の関連性が出ている。ここでの各湖に対する観測評価と信頼性の確認は後段で調べることにする。

基本的には各湖水共通して言えることは、湖水中央付近の調査地点を設定した部分についての観測評価値が、湖水全域を代表する評価値に結びつくかどうかにある。特に湖水周辺の利用度と季節変動を考慮すると一律に年間通して評価することに問題がある。

従ってここでの評価は、年間通して調査した箇所に就いて評価値を得たに過ぎないことになる。この点アメリカの環境保護庁の指摘する内容は、湖水の調査にかかわる部分に就いては、水深の縦方向を考慮した水の循環期、即ち季節変動と水温との兼ね合いが重要であり、この点を考慮した上で観測個所の規定付けをしなければならないとしている。この為には湖水の入出量の変動性の関連も特に重要となる。

更に平面的広がりとして、湖水容量としての変動量を勘案しながら汚染の程度によっては、更に湖底の堆積物の影響をみた上で評価の判断要素に組入れ対応策を立てる必要も出てくる。

ここでの本論は設定された調査基準地点から環境評価値を得る為に、磷と窒素に関する情報から水質評価に結び付く様な資料を得ることを目的とするものである。

3. 評価に就いて

磷と窒素の相関関係は表-2に示す通りである。相関係数は年間通して測定位置に就いて測定回数の関

連ずけで求めたものである。ここでは信頼限界を求める必要があり、信頼区間として表-3の中に示している。これらの区間範囲に測定資料の不足もあり土の変動値となつて示されている。表-1、表-2から判明したことは類型1の支笏、洞爺、屈斜路各湖水の全磷については、調査各年度別に基準値以下の値となっている。然し洞爺湖に就いては各年度を通して、窒素は基準値を若干上回る傾向にある。類型2の然別湖、糠平ダムに就いては全磷、全窒素は基準値を共に僅かに下回っている。類型3の阿寒湖の全磷、即ち56、58、60各年度は基準値を超える傾向にある。類型4の網走湖は基準値を磷、窒素共に上回る年度が表われている。類型5の春採湖は60年度は環境基準地点の設定がなされていない。然し採水点の年間の平均値の全窒素は、基準値の倍以上の数値が示され、磷は逆に基準値を下回る傾向になっている。これらは年間を通し年平均値としての磷、窒素共に比較したもので、個々の調査段階では式を求め比較する必要がある。

4. 回帰直線に就いて

8湖の磷と窒素に関する直線方程式は表-3の中に示した各年度別に、湖水の調査地点に関し、窒素の変化を条件に磷に対する平均値を求めて、直線方程式を求めたのがyの式である。又磷の変化を考慮に入れ窒素の平均値を求めこれを磷上の窒素の直線として表中に示したものがxの式である。この両直線は年間の磷と窒素の平均値で交わっている。ここでは各x、y方程式の方向係数をそれぞれ掛け合わせ平方を求めると、相関係数に一致することが判明している。以上は表-2、表-3の関連性で対応させている。次にy式の標準偏差を求める。これには、磷と窒素に関する分散値を求める必要がある。即ち磷と窒素の観測資料から変動値、共変動、更に自由度を考慮に入れて統計上の処理によって標準偏差として求める。計算結果は表-3の中に類型2～5迄の湖水に就いて求めた。次に式成立が一次か否かの判断を統計上の決定係数を求め、一次を確認した。³⁾

5. 回帰直線に関する検定に就いて

磷の回帰直線に関する検定は全変動が回帰に基づくものか、誤差に基づくものか確認する必要がある。これには分散分析表による。表-4は各湖水の磷に関する分散分析表である。分散表より誤差分散値が回帰分散値に比べ比率の高い値を示す年度がある。洞爺湖56年59年然別湖60年阿寒湖57年、網走湖56、57、58各年度の各湖はこれらに属する。

次に表-5にyの公式bの危険率5%範囲の回帰係数の信頼限界を求めた。これらの信頼限界で新たな直線方程式を組む必要もあるが、ここでは年度別回帰方程式の相互間の比較がより重要と想定される。

表-2 相 関 関 係

類 型	1					
湖 名	支笏湖	洞 爺 湖				
調査年度	56.57. 58.59. 60共通	56	57	58	59	60
全 磷 $\bar{y}$	0.005	0.005	0.006	0.003	0.003	0.003
全窒素 $\bar{x}$	0.05	0.25	0.21	0.17	0.18	0.19
n	9	14	18	18	12	18
r	0	+0.13	+0.39	0	+0.04	0
類 型	1					2
湖 名	屈 斜 路 湖					然別
調査年度	56	57	58	59	60	60
$\bar{y}$	0.005	0.005	0.003	0.003	0.003	0.006
$\bar{x}$	0.05	0.07	0.05	0.05	0.06	0.10
n	5	12	12	12	10	17
r	0	0	+0.82	0	+0.98	+0.27
類 型	2					3
湖 名	糠平ダム	阿 寒 湖				
調査年度	60	56	57	58	59	60
$\bar{y}$	0.011	0.038	0.027	0.045	0.028	0.046
$\bar{x}$	0.15	0.32	0.16	0.17	0.21	0.25
n	18	18	18	15	18	18
r	-0.73	+0.57	+0.72	+0.59	+0.60	+0.34
類 型	3					4
湖 名	網 走 湖					春採湖
調査年度	56	57	58	59	60	60
$\bar{y}$	0.058	0.021	0.105	0.032	0.058	0.040
$\bar{x}$	0.042	0.46	0.68	0.54	0.53	0.221
n	14	6	7	8	8	24
r	-0.1	+0.1	+0.61	+0.58	+0.77	+0.73

図-1 60年度回帰方程式グラフ

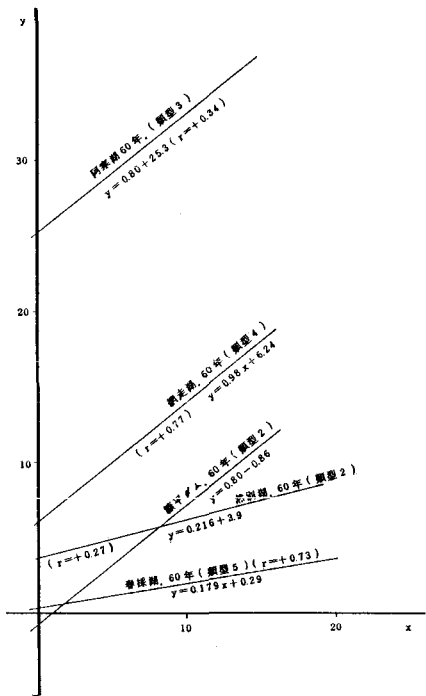


図-2 阿寒湖回帰方程式グラフ

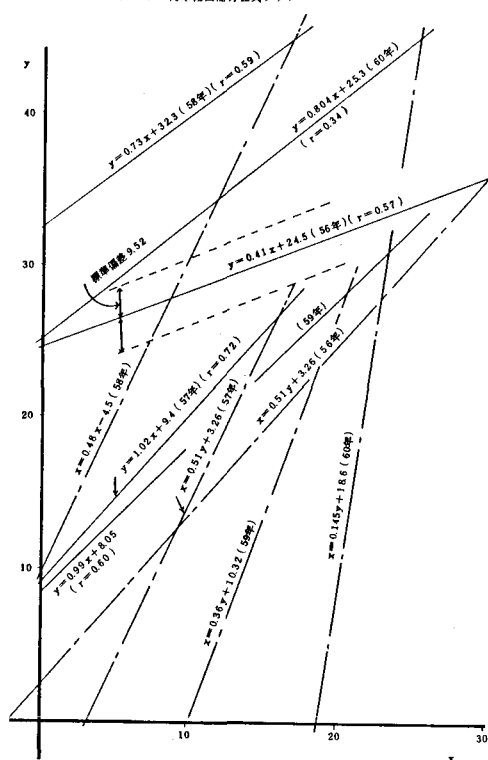


表-3 回帰方程式関係値

湖 名	糠平ダム	阿 寒 湖				
調査年度	6 0	5 6	5 7	5 8	5 9	6 0
信 頼 区 間	-0.43 ～ +0.43	+0.18 ～ +0.78	+0.38 ～ +0.88	+0.12 ～ +0.83	+0.20 ～ +0.82	+0.15 ～ +0.68
y の 式	0.80 x -0.86	0.41 x +24.5	1.02 x +9.36	0.73 x +32.3	0.99 x +8.05	0.804 +25.3
x の 式	-0.67 y +22.4	0.78 y -2.47	0.51 y +3.26	0.48 y -4.5	0.36 y +10.36	0.145 y +18.6
yの回帰直線の標準偏差	32.36	9.52	8.32	12.06	14.6	1.72
相 関 比	-0.73	+0.57	+0.72	+0.59	+0.6	+0.30
公式の確認	一 次	一 次	一 次	一 次	一 次	一 次
湖 名	網 走 湖					春採湖
調査年度	5 6	5 7	5 8	5 9	6 0	6 0
信 頼 区 間	-0.51 ～ +0.51	-0.72 ～ +0.74	-0.24 ～ +0.89	-0.18 ～ +0.88	+0.18 ～ +0.95	+0.42 ～ +0.85
y の 式	0.128 x +63.3	0.057 x +23.1	2.19 x -44.1	0.417 x +9.19	0.984 x +6.24	0.179 x +0.29
x の 式	-0.078 y +86.9	0.148 y -42.77	0.169 y +50.2	0.817 y +28.15	0.61 y -17.52	2.98 y +102.6
yの回帰直線の標準偏差	21.14	24.61	62.53	14.30	16.49	34.04
相 関 比	-0.1	+0.1	+0.61	+0.58	+0.77	+0.73
公式の確認	一 次	一 次	一 次	一 次	一 次	一 次
湖 名	支笏湖	洞 爺 湖			屈斜路	
調査年度	50～60	5 6	5 7	58・60	5 9	5 6
信 頼 区 間	-0.56 ～ +0.55	+0.55 ～ +0.55	-0.44 ～ +0.46	-0.44 ～ +0.46	-0.54 ～ +0.56	-0.81 ～ +0.82
y の 式	0.005	0.009 +4.75	0.058 x +4.62	0.003	7.51 x +3.16	0.005
湖 名	屈 斜 路 湖			然 別 湖		
調査年度	57・59	5 8	6 0	6 0		
信 頼 区 間	-0.56 ～ +0.55	+0.43 ～ +0.93	+0.92 ～ +0.98	-0.48 ～ +0.48	x の式	0.34 y +7.95
y の 式	0.005	0.47 x +0.60	0.76 x -0.79	0.22 x +3.9		

表-5 回帰係数の信頼限界

湖 名	然別湖	糠平ダム	阿 寒 湖				
調査年度	60	60	56	57	58	59	60
回帰係数の信頼限界	0.25 0.18	0.89 0.71	0.43 0.39	1.07 0.97	0.76 0.70	1.02 0.96	0.83 0.78
湖 名	網 走 湖					春 採 湖	
調査年度	56	57	58	59	60	60	
回帰係数の信頼限度	0.13 0.12	0.06 0.05	2.23 2.16	0.44 0.39	1.01 0.96	0.18 0.17	

6. 考察

回帰直線に就いての類型別比較を図-1に就いてみると、調査年度60年に就いては回帰係数 b が類似しているのは阿寒湖、網走湖、糠平ダムである。この点然別湖、春採湖に就いては共通した相関性が示されている他の湖水に就いては信頼区間の範囲の設定の比較でみる限り、同一に取扱うことは出来ない側面がある。次に図-2に就いては56年から60年迄の5年間各年度に関する y 、 x に就いて直線方程式の年別の取扱い結果は総じて磷の変動が窒素の変動を上回る傾向にある。このことは各公式の係数比較でみた上で言及している。他の湖水の比較でみると、春採湖は窒素の増加率が磷の増加を上回っている。このことは富栄養化の促進が鈍っているとする指摘もある。然し網走湖にみられる磷と窒素の変動が年度ごとに係数値が取変る様になると湖としては、富栄養化が除々に促進していることを伺い知ることが可能になる。最後に図中及び公式中の数値の単位は取扱いの容易さをみた上で対応した。⁴⁾

7. 結語

磷と窒素の年度別変動が各湖水間で異なり一律に論ずることは困難であるが、阿寒湖の例で始めている様に既に年平均が基準値を超えて来ている実情も勘案すると、湖水の清浄化に取組む姿勢として、基本的に、外国の取扱実施例も参照しながら、観光客の利用制限（カルガリー）と、利用

表-4 分散分析表

湖名	洞 爺 湖								
年度	56			57			59		
要因	変動	自由度	分散	変動	自由度	分散	変動	自由度	分散
回帰誤差全	0.18 1.82 2.0	1 12 11	0.18 0.15 —	5.14 28.66 33.8	1 16 15	5.14 1.79 —	0.006 3.661 3.667	1 10 9	0.006 0.336 —
湖名	屈 斜 路 湖					然 別 湖			
年度	58			60			60		
要因	変動	自由度	分散	変動	自由度	分散	変動	自由度	分散
回帰誤差全	2.46 1.20 3.66	1 10 9	2.46 0.12 —	6.15 0.25 6.40	1 8 9	6.15 0.013 —	9.95 126.6 136.55	1 15 14	9.95 8.44 —
湖名	糠 平 ダ ム			阿 寒 湖					
年度	60			56			57		
要因	変動	自由度	分散	変動	自由度	分散	変動	自由度	分散
回帰誤差全	180.00 157.77 237.77	1 16 15	180.00 9.86 —	694.2 1442.4 2136.6	1 16 15	694.2 90.2 —	1198 1113 2311	1 16 15	1198 69.56 —
湖名	阿 寒 湖								
年度	58			59			60		
要因	変動	自由度	分散	変動	自由度	分散	変動	自由度	分散
回帰誤差全	1010.1 1891.6 2901.7	1 13 12	1010.1 145.8 —	1898.7 3375.5 5274.2	1 16 15	1898.7 211 —	609.7 4664.6 5274.3	1 16 15	609.7 291.5 —
湖名	網 走 湖								
年度	56			57			58		
要因	変動	自由度	分散	変動	自由度	分散	変動	自由度	分散
回帰誤差全	53.1 52.56 5309.1	1 12 11	53.1 438 —	9.40 930.1 939.5	1 4 3	9.40 232.5 —	1150 19491 20641	1 5 4	1150 3898 —
湖名	網 走 湖					春 採 湖			
年度	59			60			60		
要因	変動	自由度	分散	変動	自由度	分散	変動	自由度	分散
回帰誤差全	626.6 1236 1862.6	1 6 5	626.6 206 —	2401 1649 4050	1 6 5	2401 274.8 —	1984 17392 19376	1 22 21	1984 790.5 —

参考文献

税等の措置、利用者の意識をアセスメント制度の中に除々 1)道環境白書'87 2)公共用水域の水質測定に組入れた、喚起ある対応で取扱うことも検討に値する。結果 3)統計学講義 4)おはなし統計的手法