

中国、新疆ボステン湖の水利用と塩性化に関する研究

長島秀樹, 前田勝, 趙景峰, 何清

東京水産大学海洋環境学科,

中国科学院新疆生態與地理研究所, 中国科学院新疆環境気象研究

中国新疆ウイグル自治区のボステン湖は、中国内陸部最大の湖で東京湾に匹敵する広さを有しており、その水は乾燥地における貴重な水資源として利用されている。しかし、上流で灌漑水等に使われるため、貯水量は人間活動の影響を大きく受ける。とくに2000年10月より、中国政府はこの湖の水を1~2億 m^3 /年、下流のタリム川に放流することを開始した。このことは、2000年7月28日付けの読売新聞科学欄でもとりあげられ、ロプノール湖、アラル湖で起った湖水面積の激減、消滅といったかつての不幸なできごとを繰り返すことが危惧されている。我々は、湖の水位変化、河川流量、降水量、気象要素など蓄積された観測資料を解析し、この湖の水収支モデルを開発しており、将来予測を行っている。(趙:2003)。この湖が抱えるもう一つの問題は、淡水湖であるにもかかわらず、かなりの塩分濃度(0.3%程度)があり、その濃度が1970年から80年代はじめにかけて増加したことである。新疆大頭魚などの固有種、1960年代から導入したレン魚・コクレンなど経済性のある魚種を含め、貴重な水産資源を有するこの湖の塩分の変化傾向を把握し、将来予測を行うことは、現在振興しつつある養殖産業の今後を占う上でもきわめて重要と考えられる。本研究は、乾燥地に位置するボステン湖の水収支・熱収支・塩分収支将来予測のモデル開発を目指し、将来的に予測される、ボステン湖水産環境総合科学の基礎をつくとともに、湖の持続的効率的な水利用に資することを目的とする。

平成14年度は、湖の塩の収支を解析した。湖への塩は、おもに流入河川(開都河)によって供給されるので、河川流量、河川水塩濃度の資料から年間の供給量を推定することができる。もう一つの供給源は、湖の東岸に広がる農地からの農業排水であり、経常的に観測されていないが、1983年から85年におこなわれた集中観測の結果では、塩濃度は流入河川の濃度より7-8倍高いため、湖に流入する塩量は河川からのものに匹敵する。その他の供給源としては、風送ダストや降水があるが、湖に供給される塩量は、河川に比べ1~2桁少ない。湖から取り除かれる塩は、ほとんどが流出河川(孔雀河)による。それ以外では葦などの植物にとりこまれるが、これも流出河川によるものの10%以下である。これらの資料をもとに概算すると、湖水の総塩量は、1980~99年の期間で $947 \times 10^4 \sim 1,268 \times 10^4$ トンの間で変動し、1983年に最大値を示した後、次第に減少している。この理由として、1983年から高い塩濃度の湖水を揚水ポンプにより汲み出していることがあげられる。また、汲み出し口周辺の湖水塩濃度変化は、湖水の循環と深くかかわっていることがわかった。

26

助成番号 0226

中国、新疆ボステン湖の水利用と塩性化に関する研究

長島秀樹 (東京水産大学海洋環境学科)

前田 勝 (東京水産大学海洋環境学科)

趙 景峰 (東京水産大学海洋環境学科)

(中国科学院新疆生態與地理研究所)

何 清 (中国科学院新疆環境氣象研究)

① 研究目的

中国新疆ウイグル自治区のボステン湖は、中国内陸部最大の湖で東京湾に匹敵する広さを有しており、その水は乾燥地における貴重な水資源として利用されている。しかし、上流で灌漑水等に使われるため、貯水量は人間活動の影響を大きく受ける。とくに 2000 年 10 月より、中国政府はこの湖の水を 1 億 m^3 /年、下流のタリム川に放流することを開始した。このことは、2000 年 7 月 28 日付けの読売新聞科学欄でもとりあげられ、ロプノール湖、アラル湖で起った湖水面積の激減、消滅といったかつての不幸なできごとを繰り返すことが危惧されている。我々は、湖の水位変化、河川流量、降水量、気象要素など蓄積された観測資料を解析しこの湖の水収支モデルを開発しており、そこで得られた成果は、シンポジウム、学会などですでに発表している。この湖が抱えるのもう一つの問題は、淡水湖であるにもかかわらず、かなりの塩分濃度 (0.3%程度) があり、その濃度が 70~80 年代はじめに極端に上昇したことである。新疆大頭魚などの固有種、1960 年代から導入したレン魚・コクレンなど経済性のある魚種を含め、貴重な水産資源を有するこの湖の塩分の変化傾向を把握し、将来予測を行うことは、現在振興しつつある養殖産業の今後を占う上でもきわめて重要と考えられる。本研究は、乾燥地に位置するボステン湖の水収支・熱収支・塩分収支将来予測のモデル開発を目指し、将来的に予測される、ボステン湖水産環境総合科学の基礎をつくるとともに、湖の持続的効率的な水利用に資することを目的とする。

② 研究方法

1976~1989 年の水文点、気象点観測資料および衛星画像を用い湖のあるエンチ盆地全域の水文の特徴を解析し、ボステン湖流域の年間水収支モデルをすでに発表している。また、これにもとづく、水収支の経年変化とその予測モデルについては昨年度報告(長島他:2003)しており、その結果は国際雑誌に投稿中である。また、ボステン湖塩分濃度の調査を取りまとめた結果についても、昨年報告した。本年度はこれらの資料から湖の塩収支モデルを

開発し、湖水の塩性化の要因について検討する。

2.1 ポستن湖の塩収支モデル

ポستن湖は中国北西部の新疆に位置し、平均約 940km² の面積を有しており、新疆の主要都市コルラに水資源を供給している(図-1)。この湖へ流入する水は、開都河などの主要河川、降水、さらには灌漑用水の残り水であり、湖水面からの蒸発と、ただ一つの流出河川である孔雀河へ流出することにより失われる。これに地下水の流入流出が加わり、湖の水位が左右されることになる。この項ではこのような水収支に付随して湖に流入および湖から流出する塩量を過去の資料から推算し、その収支を調べる。

湖における塩収支量は保存法則によって

$$\Delta S_L = S_I - S_O + \delta S_G \quad (1)$$

と書ける。ここに S_I と S_O は湖に流入・湖から流出する塩量、 δS_G は地下水による塩の正味流入量、 ΔS_L は湖の塩量の増分である。図-2に示すように、流入塩量 (S_I) は、河川 (S_R)・農業排水 (S_D) より流入する塩量、および降水 (S_{pr})、黄砂 (Dust: S_{dt}) からの塩量で構成され、

$$S_I = S_R + S_D + S_{pr} + S_{dt} \quad (2)$$

と書ける。また総流出塩量 (S_O) は湖からの流出塩量 (S_P) と植物 (主として葦) に取り込まれる塩量 (S_E) からなり、

$$S_O = S_P + S_E \quad (3)$$

となる。従って、式(2)、(3)を式(1)に代入して整理すると、

$$\Delta S_L = (S_R + S_D + S_{dt} + S_{pr}) - (S_P + S_E) + \delta S_G \quad (4)$$

となる。以下、各項の評価を行う。

2.1.1 湖水の塩量とその経年変化

湖水の塩量 (S_L) は、湖水の体積 (V_L) と湖水の塩濃度 (C_L) から計算できる(表-1)。

$$S_L = C_L \cdot V_L \quad (5)$$

また湖における塩の年間増加量 (ΔS_L) は、

$$\Delta S_L = \Delta(V_L \cdot C_L) = V_L \cdot \Delta C_L + C_L \cdot \Delta V_L \quad (6)$$

と表せる。ここで塩濃度データ (C_L) は年平均値を用いる。

2.1.2 流入河川について

図-3 に、湖における塩収支に関する流入・流出システムを示す。直接湖に流入する河川は、開都河の東支流だけであり、他は灌漑用水などに利用され排水溝を通して流入する。開都河東支流の流量は、水門のある地点で観測されたデータをもちい、これを湖への流入水量 (V_R) とする。さらに塩濃度 C_R として上流の観測点 YJ での年平均値 ($\bar{C}_{YJ} = 0.31g/L$)

を用いると(図-4参照)、湖に流入した塩量 S_R は、

$$S_R \approx V_R \cdot \bar{C}_Y \quad (7)$$

と推算できる。

2.1.3 流出河川について

塩の流出量は湖水の流出量に依存している。1959年以降、幾度か連続的に渇水年があったので、湖の水位が低くなり、湖水の流出量が急減した。その上、下流に十分な水量を供給するため、水門・水路など利水施設を使用して開都河の水を湖を経由せずに直接孔雀河へ導いたため、60～80年代に湖水の塩性化が急速に進んだ。この塩性化の問題を解決するため、1981年から揚水ポンプによって湖水を唯一の流出河川である孔雀河に供給することを開始した。1982年11月28日から連続的に汲み上げるとともに、解放No.1水路を殆ど閉鎖し、沼域と湖水の間にある水路をダムにより遮断した。図-5に、揚水水量と水の塩濃度を示す。1983～99年にかけてその水量の年平均値は $7.7 \pm 0.9 (10^8 \text{m}^3)$ であり、塩濃度の経年変化は $0.9 \sim 1.5 \text{g/L}$ であった。揚水ポンプから汲み出されるの水量 (V_P) と塩濃度 (C_P) により、湖から1年間に流出した塩量は

$$S_P = V_P \cdot C_P \quad (8)$$

で推算できる。 V_P は人為的な操作の影響を強く受けており、 C_P は取水口付近の塩濃度、すなわち湖水の塩濃度と湖水循環に依存している。

2.1.4 降水・黄砂による塩の供給と植物への取り込みについて

降水と黄砂により湖の塩が増加することが知られている。程(1995)によれば、1983～85年にかけて降水と黄砂によって湖に供給された塩量は、年平均値としてはそれぞれ

$$\bar{S}_{pr} = 0.3 \times 10^4 \text{ t} \text{ と } \bar{S}_{dt} = 6.2 \times 10^4 \text{ t} \text{ となっている。つぎに植物が湖水から取り込む塩量}$$

(S_E) の推算は、調査資料が多くないので推算が難しいが、葦への取り込みだけ考えると、この量は近似的に年間で約 $\bar{S}_E = 0.8 \times 10^4 \text{ t}$ と見積もられる(易ら, 1984)。

2.1.5 農業排水・地下水・湖水の塩貯蔵量の変化量

焉耆盆地の塩害土壌から塩を取り除くため、1962年より農業排水システムが建設された。ところが農業排水システムは複雑な水路であり(図-3)、また年によってシステムに違いがある。したがって水量も塩量も年毎に大きく変化すると考えられる。農業排水についての観測は、希にしか行われず、農業排水量・塩濃度のデータが少ないので、農業廃水から流入する塩量 (S_D) を求めることは特別な年を除き難しい。また地下水からの正味の塩量 (δS_G) についても、地下水の水量及び塩濃度の資料がないので推算することができない。そこで、 S_D 、 δS_G と ΔS_L の三つの項を合わせて残差量 (S_{R_s}) とする。

$$S_{Rs} = \Delta S_L - (S_D + \delta S_G) \quad (9)$$

次に、 S_{pr} , S_{dt} , S_E の平均値 \bar{S}_{pr} , \bar{S}_{dt} , \bar{S}_E を (4) 式に代入して整理すると

$$S_{Rs} = S_R - S_P + (\bar{S}_{dt} + \bar{S}_{pr} - \bar{S}_E) \quad (10)$$

となる。ここで先に述べた、程(1995)の推定値を用いると、年間で $\bar{S}_{dt} + \bar{S}_{pr} - \bar{S}_E = 6.2 + 0.3 - 0.8 = 5.7 (\times 10^4 \text{ t})$ となり、塩の残差量 (S_{Rs}) が推算できる。

③ 研究結果

表-1 に示すように、湖水における塩の貯蔵量 S_L は、1980～99年まで $947 \times 10^4 \sim 1,268 \times 10^4 \text{ t}$ の間で変動しているが、1983年に最大値となり、それ以後 S_L は次第に減少しており、1992年に最小となった。図-6を見ると、1983～87年までは湖水体積 V_L の減少とともに、 S_L が急に減少したことがわかる。それ以降、 V_L は増加したが、 C_L が低下したため、 S_L の変化は少ない。

1982年11月から解放1水路を廃棄したため、湖に流入する河川水の水量は増加した。しかし、1986年までは渇水年が続いたので、その増加量は少なかったが、1987年以降、大きく増加した。河川から湖に供給される塩量 (S_R) は図-7に示すように、1987年に著しく増加し、以降変動を繰り返しながら一定のレベルを保ったが、97年以降さらに増加している。大きく分けると、1976～82年における流入塩量の年平均値は $23.1 \pm 5.2 (\times 10^4 \text{ t})$ 、1983～86年には $31.0 \pm 3.5 (\times 10^4 \text{ t})$ 、1987～99年には $50.9 \pm 12.7 (\times 10^4 \text{ t})$ に達した。

つぎに揚水ポンプから流出した塩量は1981、1982年でそれぞれに $6.8 \times 10^4 \text{ t}$ 、 $20.1 \times 10^4 \text{ t}$ であるが、湖と孔雀河と沼域とが繋がっていたので、実際に湖から流出した塩量はこれより多いと考えられる。1983年からは、流出水量は殆ど揚水ポンプによって汲み上げる水量のみになり、1983～89年と1993～94年の9か年間における塩の流出量は平均で $91.4 \pm 19.0 (\times 10^4 \text{ t})$ 、最大値は1986年の $132.0 \times 10^4 \text{ t}$ 、最小値は1994年の $65.0 \times 10^4 \text{ t}$ となった。

1983年～85年に行われた観測結果によると（程：1995）降水と黄砂からの塩量は年間でそれぞれ約 $0.3 \times 10^4 \text{ t}$ 、 $6.2 \times 10^4 \text{ t}$ である。また、葦が湖水から取り込んだ塩量は約 $0.8 \times 10^4 \text{ t}$ である（易他：1984）ので、これらの三つの量を合計すると $5.7 \times 10^4 \text{ t}$ となる。この量は河川水からの塩量(1976～99年の年平均値 $39.5 \times 10^4 \text{ t}$) の約14%となっている。

次に式(9)で定義した残差量 S_{Rs} の経年変化を図-7に示す。1981、1982年および1995年には S_{Rs} は正の値を示し、他の年には全て負の値となった。また1975、1981年及び1983～85年の農業排水に関する資料(表-2)によると、湖に流入した塩量は年間で $8 \times 10^4 \sim 79 \times 10^4 \text{ t}$ であるので、これを考慮して新しい残差量 $\Delta S_L + \delta S_G$ を推算すると、 $-94.6 \times 10^4 \sim -27.8 \times 10^4 \text{ t}$ の経年変化が見られる（図-8）。特に1983年（1983年11月～1984年10月）の集中観測によると、農業排水・地下水からの塩量 S_D と δS_G はそれぞれ年間 47.0×10^4

tと -2.3×10^4 tであり、この年湖に残った塩量は $\Delta S_L = 17.5 \times 10^4$ tと見積もられる。

④結論

湖に流入する塩の主な源は河川水と農業排水である。湖水の総塩量は、1980～99年の期間で $947 \times 10^4 \sim 1,268 \times 10^4$ tの間で変動し、1983年に最大値になった後、次第に減少した。湖に直接流入する河川は開都河だけであるが、1976～99年にかけてこの河川から湖に流入した塩量は年平均で約 40×10^4 tであり、開都河から盆地に流入した総塩量（ 77×10^4 t）の52%を占める。この河川が盆地に入って焉耆オアシスを経て湖に流れ込む時、塩濃度は安定しており、約0.31g/Lである。湖に流入する水量は、気候（渇水年・豊水年）や利水施設の制御により、年毎に大きく変動している。従って、河川水から湖へ流入する塩量も大きな経年変動を示し、変動範囲は $17 \times 10^4 \sim 80 \times 10^4$ tである。農業排水から湖に流入する水量・塩量は農業活動に左右され、その変化は複雑である。これらを合計すると、1975、1978、1983～89年の5年間に年平均で約 39×10^4 tの塩が湖に流入したことになるが、経年変化を見ると、1975年の 79×10^4 tから1989年の 28×10^4 tに減少している。1976～1982年は渇水期であったうえ、水門と解放1水路によって開都河から直接孔雀河に供水されていたため、湖からの流出水量が少なかったため、流出塩量も少ない。1983年からは、解放1水路の代わりに揚水ポンプによって高い塩濃度の湖水を孔雀河に汲み出したので、1983～94年まで流出した塩量の平均値は増加し、 $91.4 \pm 19.0 \times 10^4$ tとなった。

総じて、盆地に流入する塩量は、主に河川流量（即ち：気候変動）に依存しているが、それ以外では農業排水水路、水門、解放1水路、利水施設などに影響されていた。また流出塩量は流出河川への流量に依存しており、これは揚水ポンプで調節されている。解放1水路の代わりに揚水ポンプによって孔雀河に供水することは湖水塩性化の抑制に役立つ。

⑤今後の課題

ボステン湖の塩の収支を過去の資料に基づいて解析したが、この研究において重要なパラメータの1つに、流出河川の塩濃度がある。流出口は、流入河口と近いので、湖水の混合の程度が、湖からの塩の流出量に大きな影響を与える。この報告書には記述しないが、我々は混合に対する湖流の効果について調べており、風によって起こされる湖水循環を数値モデルで再現している（趙：2003）。これによると、この地域の2つの卓越風（北西と南西）のうち、南西風の方が、大規模な湖水循環を引き起こし、その結果湖水は良く混合され、流出河川からの塩量も多くなることがわかっている。風による湖水循環については、卓越風による特殊な場合を調べたのみであり、今後実測された風によって引き起こされる湖水循環と流出口の塩濃度、さらには湖全体の塩濃度の空間分布について調べていくつもりである。

もう一つの課題は、湖の中で塩が沈殿するかどうか、あるいは湖底から塩が溶出するか

どうかということである。沈殿の可能性については、理想的な状態での化学モデルによりシミュレーションを行った結果、カルシウムイオン、マグネシウムイオン、炭酸イオンが沈殿する可能性があることはわかったが、定量的に推定するに至ってない。このような湖水と湖底との間の塩の収支について明らかにすることが、今後の課題の一つである。

参考文献：

長島秀樹・趙景峰・何清(2003)：中国、新疆ボステン湖の水の塩性化に関する研究。平成13年度ソルトサイエンス助成研究報告書, pp331-340.

趙景峰（2003）：中国新疆ボステン湖の水収支・塩収支と湖水循環に関する研究。

平成14年度東京水産大学博士論文, pp159.

新疆荒地資源総合考察隊(1882)：博斯騰湖の塩化原因及び制御に関する研究,《地理学報》, Vol.37, No.2, pp.144～153.

易苙庄, 黄維(1984)：巴音郭楞蒙古自治州における国土の計画, 博斯騰湖

の保護・整備及び資源開発計画, 新疆維吾爾自治区, 巴州国土博湖計画組, pp.1～70.

程 其疇（1995）：《博斯騰湖研究》、河海大学出版社, pp.1~148。

Table 1. The water volume, salt concentration and total amount of salt of the lake are listed together with those of inflow and outflow. The residual of salt is also tabulated.

年	湖			流入		流出			残差量 (10^4 t)
	V_L (10^8 m ³)	C_L (g/L)	S_L (10^4 t)	V_R (10^4 t)	S_R (10^4 t)	V_P (10^8 m ³)	C_P (g/L)	S_P (10^4 t)	
1976	73.7			8.0	24.7				
1977	71.9			5.4	16.7				
1978	69.1			6.5	20.2				
1979	67.8			6.3	19.7				
1980	69.2	1.76	1218.3	10.2	31.5				
1981	68.7	1.80	1237.4	6.8	21.1	0.6	1.10	6.8	20.0
1982	69.8			9.0	27.9	1.4	1.47	20.1	13.4
1983	68.9	1.84	1268.4	10.0	31.0	5.8	1.33	77.6	-40.9
1984	66.6	1.83	1218.0	10.5	32.6	7.3	1.37	100.5	-62.2
1985	62.3	1.82	1133.6	11.0	34.2	8.5	1.18	100.5	-60.6
1986	55.6	1.87	1039.1	8.4	26.1	9.1	1.45	132.0	-100.3
1987	51.9	1.86	965.9	17.0	52.5	6.6	1.28	84.5	-26.3
1988	54.4	1.84	1001.3	16.0	49.7	7.4	1.22	90.1	-34.6
1989	55.3	1.80	995.0	16.5	51.3	6.7	1.20	79.8	-22.8
1990	58.0	1.66	962.3	13.4	41.4	7.9			
1991	57.6	1.70	978.9	16.8	52.0	8.2			
1992	62.3	1.52	947.4	14.7	45.4	7.0			
1993	62.6	1.59	992.4	11.7	36.3	7.6	1.21	-92.6	-50.6
1994	64.9	1.51	983.3	20.4	63.3	7.3	0.89	-65.0	4.0
1995	67.7	1.46	989.8	9.8	30.3	8.0			
1996	69.3	1.41	978.7	19.5	60.4	8.3			
1997	73.1	1.31	960.1	14.2	44.1	9.2			
1998	73.3	1.29	948.9	17.8	55.3	8.3			
1999	77.6	1.25	969.1	25.8	80.0	7.8			
平均	65.5	1.6	1041.5	12.7	39.5	7.0	1.2	-77.2	-32.8

*Note that S_{Rs} is defined as $\Delta S - (S_p + \delta S_G)$ here.

Table 2. The water volume, salinity and total amounts of salt of drainage water.

年	排水量 (10^8 m ³)	塩量 (10^4 t)	塩濃度 (g/L)
1975	3.24	78.81	2.43
1981	2.13	47.82	2.25
1983*	1.99	47.02	2.36
1984	1.40	32.38	2.31
1985	1.27	28.18	2.22
平均	1.81	38.85	2.13

総合考察隊水利組より (2000年)、*易ら(1984)の資料より。

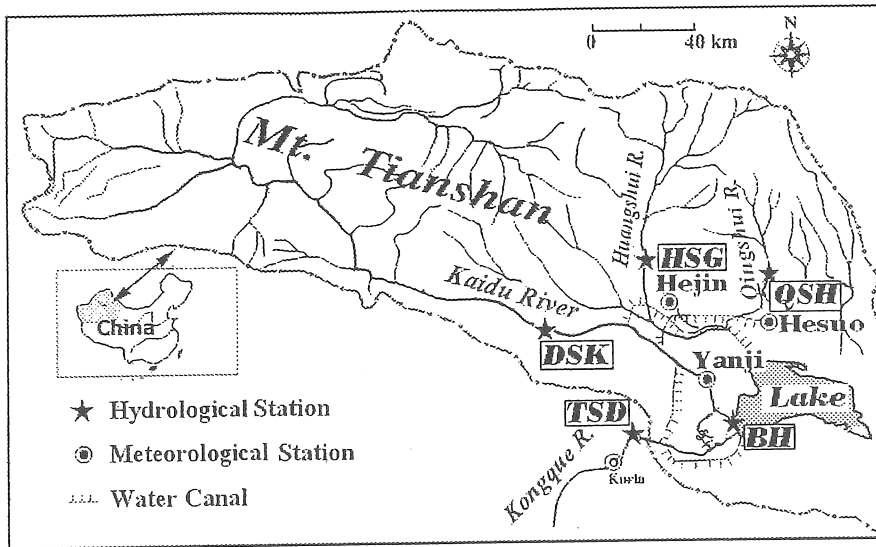


Figure 1. Schematic map of the river system, irrigation canals and hydrological stations in the Yanji Basin.

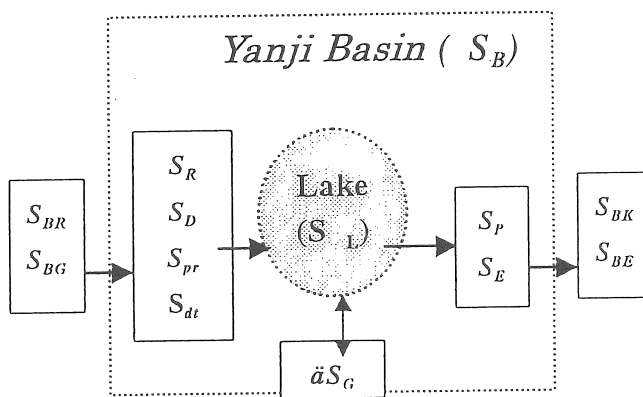


Fig.2 Schematic View of salt Budget.

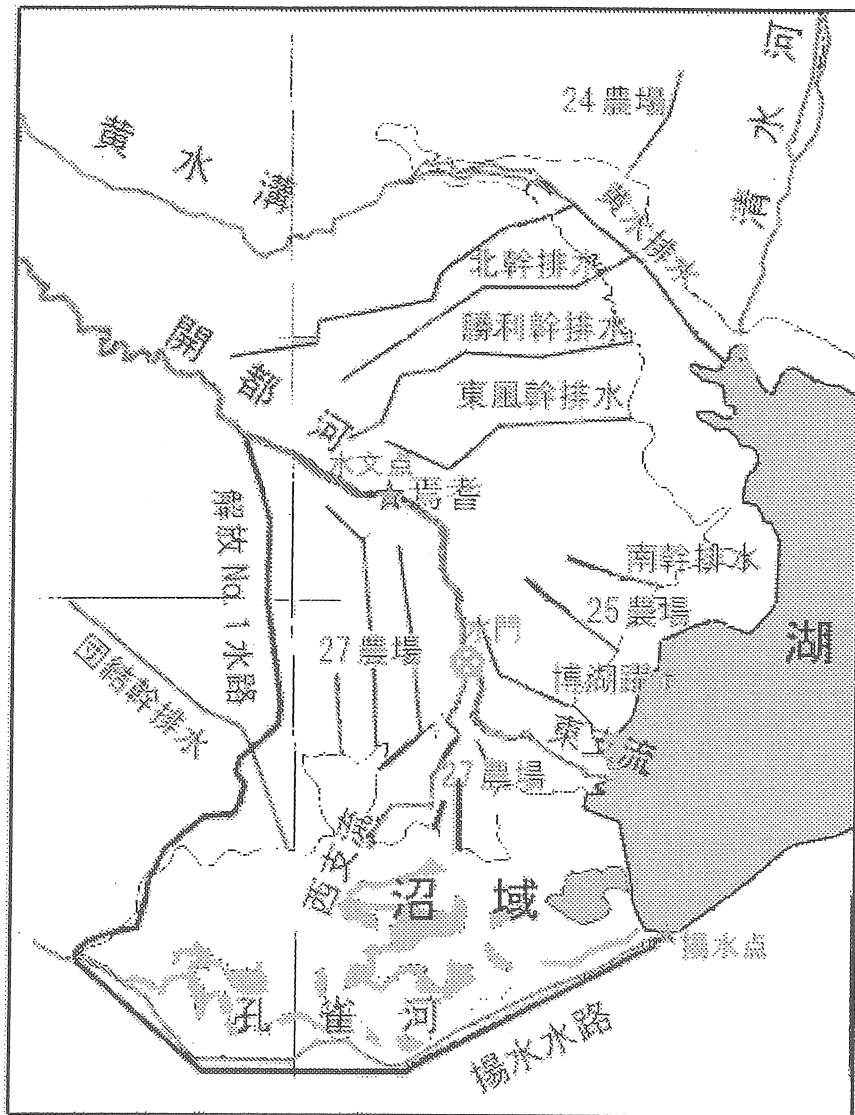


Fig.3 Map of rivers and complicate drainage system

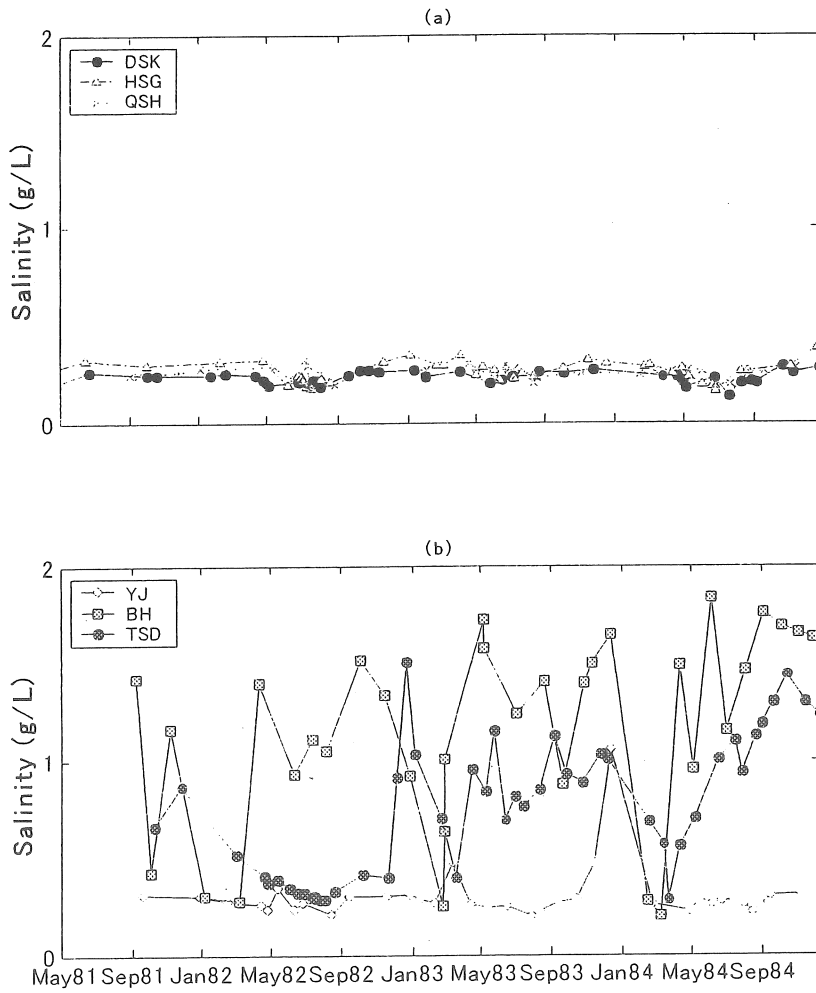


Fig. 4. Time series of salt concentration (g/L) observed at 6 stations. The locations of these stations are shown in Fig.1.

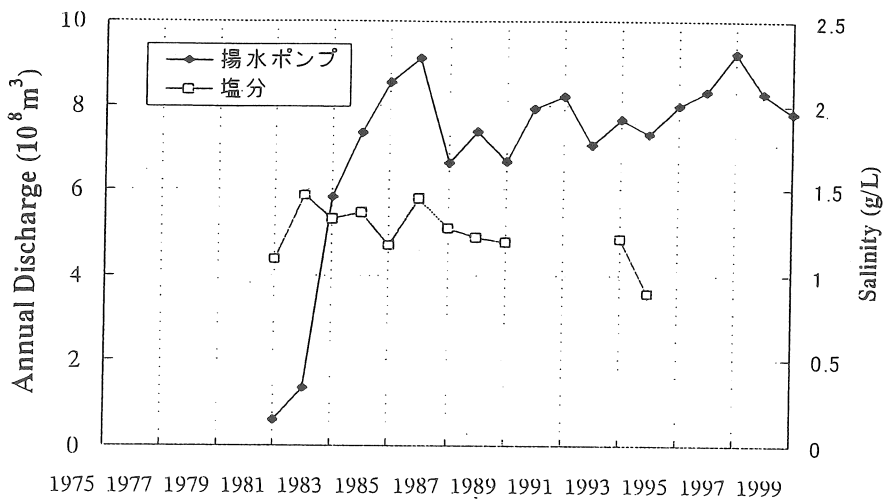


Fig. 5. Annual river discharge and salt concentration of river water.

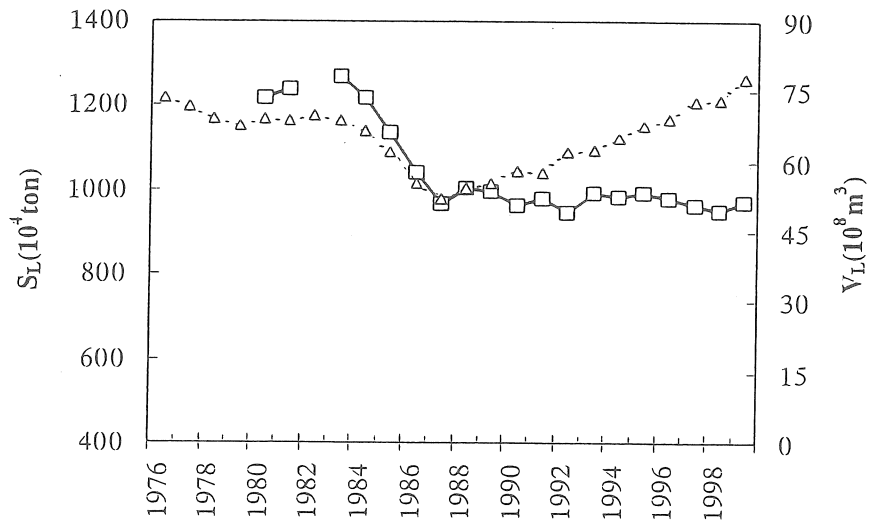


Fig. 6. Inter-annual variability of the amount of salt (\square) and total volume of water (\triangle) of the Lake Bosten.

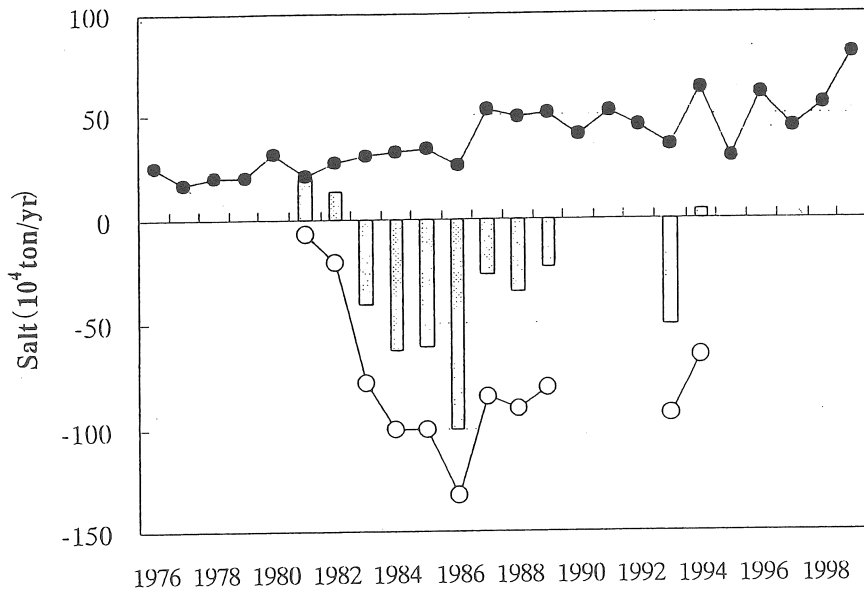


Fig. 7. Inter-annual variability of annual salt inflow from rivers (●), outflow (○) and the residual of salt (bar).

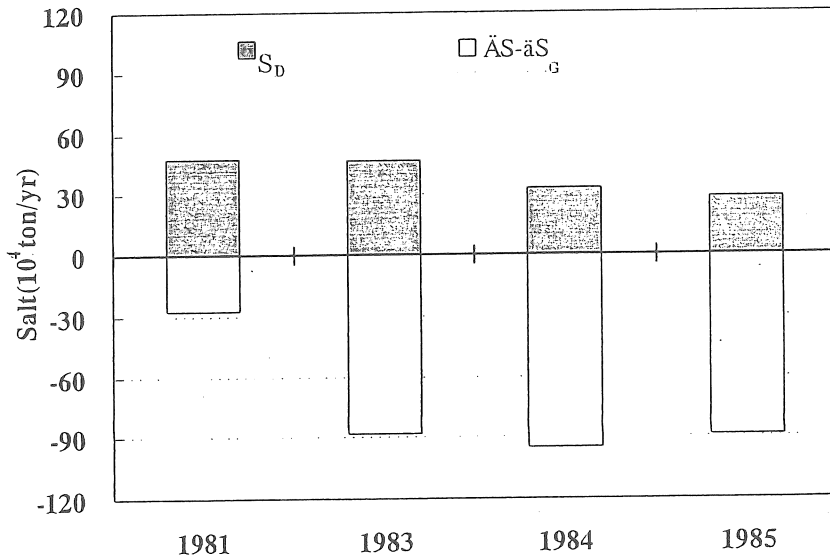


Fig.8. Salt inflow from drainage (S_D) and the residual($\Delta S - \delta S_G$) in the year of 1981 and 1983-85.

Effect of human activity on salinization of the Lake Bosten in Xinjiang, China

Hideki NAGASHIMA¹, Masaru MAEDA¹, Zhao JING FENG^{1,2} and He QING³

¹Tokyo University of Fisheries, ²Xinjiang Institute of Environment and Ecology
and ³Xinjiang Institute of Meteorology, Academia Sinica, China

Summary

The lake Bosten is located in Yanji Basin, Xinjiang, China. It is the biggest lake inland China now, with about 1,000km² in area, 8m in depth in average and provides water resource for Kurla city. However, with the increase of upstream irrigation lands, lake water decreased and became salty from the later 1970s to 1980s. Moreover, The big project taking water from the lake to supply it to Tarim River started in 2000. We analyzed already the water budgets in the Yanji basin based on the historical meteorological and hydrological data and succeeded to simulate the effect of the human impacts on the storage of the lake water.

In this fiscal year, a salt balance of the lake is investigated. The input of salt to the lake is mainly from the river, the eastern branch of Kaidu River, flowing into the lake.

The annual salt supply to the lake can be estimated from the observed data of inflow volume and salt concentration of the river. Another input is from the drainage system that covers large area of the eastern coast of the lake. As the drainage system is too complicate and there is not enough data to estimate annual salt supply through the system. However, in the intensive observation period from 1983 to 1985, it was found that the salinity of the drainage water was 7 to 8 times higher than the river water. Thus the salt supply from the drainage system became comparable to that of inflow river. Aeolian dust and precipitation also supply salt on the surface of the lake, but the amount of salt is smaller in one or two order of magnitude than those of river and drainage. The salt output from the lake is almost due to the river, Kongque River, flowing out of the lake. Using these available data, we estimated salt budgets in the lake and found that the total amount of salt in the lake varies from $947 \times 10^4 \sim 1,268 \times 10^4$ ton during 1980 to 1999 and had a peak value in 1983, then decreased. This is because they have pumped up high salinity lake water at the pump station settled in 1983 near the exit of the lake to Kongque River. The salinity concentration at the pump station is strongly affected by the lake water circulation.