

潮汐の影響を受ける潟湖におけるミチゲーション

Mitigation of the Effect of Tides Upon Salt-Water Lagoons

吉澤 裕*

Yutaka.Yoshizawa

Land development has seen river mouth facilities put in place to prevent blockage of the river mouth, thus preventing flooding and dissipating the very wet marshlands. Prevention of blockage of the river mouth and lowering of the water level of the Yasashushinai River, leads to the surface of the water in the Yasoshi Marshes situated along the Yasashushinai River dropping and becoming affected by tides.

Nature conservation groups involved in bird watching of either the birds which fly into the lagoon or live along the river area protested against the construction of river mouth facilities.

Agreement was reached at meetings resulting in construction being initiated following a mitigation programme drafted with regard to ducks and snipes.

Keywords: (mitigation)

1. はじめに

オホーツク沿岸における潟湖の多くは砂州の発達した後浜の背後に存在し、泥湿地が発達し、干潟の形成や水深の浅い水域があることにより、渡り鳥の採餌、休息の場となっている。

オホーツク海に注ぐヤッシュウシナイ川は流量が少ないため、沿岸漂砂による河口閉塞を受け、潟湖の水位は海面より高く、潟湖の干潟生態も上昇している水位に対し営まれている。

土地利用上、冠水防止と重湿地解消のため河口施設を設け、河口閉塞を防止することになった。

河口閉塞を防止し、ヤッシュウシナイ川の水位を低下させると、ヤッシュウシナイ川に連なるヤソシ沼の水面は下がり、潮汐の影響を受けるようになる。

潟湖に飛来する鳥および河川に生息する鳥をウォッチングする自然保護団体から、河口施設等の施工を反対する声があった。潟湖に飛来するシギ類、カモ類を対象としてミチゲーションプログラムを作成し、協議を行ない同意を得、着工した。

2. ヤソシ沼周辺の環境

ヤッシュウシナイ川に連なるヤソシ沼は、オホーツク海の紋別市から網走市に至る沿岸の潟湖群の1つで、コムケ湖の隣に位置する周囲14km、水面積0.034km²の小さな潟湖である。

ヤソシ沼から小向湖一帯の湿原および沼地帯は、湿生植物、渡り鳥が数多く分布している。

ヤソシ沼東端には小向原生花園があり、ヒオウギアヤメやサワギキョウなど観賞価値の高い植物の群生地がある。

ヤソシ沼の水位はヤッシュウシナイ川と潮汐作用による海水交流とによって変化し、水質も河川流量が多い時には淡水に近く、少ない時には底層に高塩分水が分布している。

ヤソシ沼の地形は図-2に示すとおりで、ヤソシ沼周辺はTP-0.1mからTP+0.5m程度湿地が広がっている。湖内の最大水深はTP-0.7mであり、河川流量が無く、外潮位がL.W.L (TP-0.7m) のとき、沼内は大部分干出する。

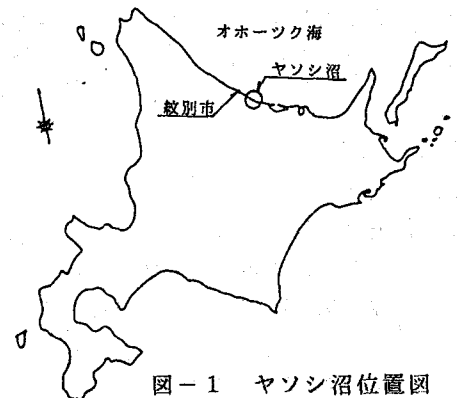


図-1 ヤソシ沼位置図

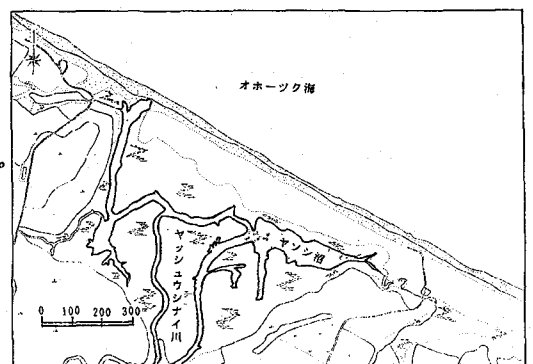


図-2 ヤソシ沼地形

* 正会員 東海大学海洋学部 (424 静岡県清水市折戸3丁目20番1号)

水辺には、ヨシ、ゴウソ、エゾウキヤガラの単一に近い植物群落が存在し、沼の形状を保っているものと考えられる。

3. 河口施設建設に伴う環境変化

(1) 事業概要

ヤッシュウシナイ川河口における波浪は夏季および秋季は北東から、冬季及び春季の波向は北西と変化する。

沿岸漂砂の方向も波向と同様に変化し、河口は砂浜（砂州）をはい上がってくる波による河道内への堆砂により河口閉塞が常に発生している。

河口水位は海水面に比較し上昇しており、国道238号線から下流部の土地は湿潤状態にあり、牧草地、耕地として適さず、高水時に上流側の土地も冠水することから河口閉塞を防止し、重湿化の解消および冠水防止のための事業を行なっている。

当地区の河口施設は周辺海岸への影響を出来るだけ軽減するため、碎波帯内に導流堤を設け、沿岸漂砂の阻止率を小さくし、季節に方向の異なる沿岸漂砂から河口閉塞を防止しようと計画されたものであり、昨年度末までに左、右岸の堤体を完成させている。

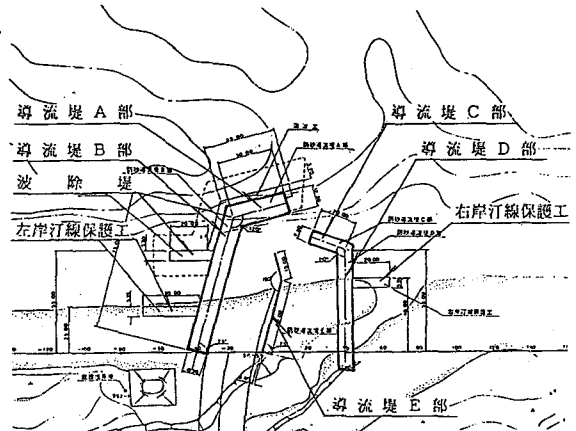


図-3 ヤソシ地区河口施設

(2) 河口施設建設に伴う環境変化

河口閉塞が計画通りに解消されると、ヤソシ沼の水面はオホーツク海の潮汐の影響を受け変動するようになり、ヤッシュウシナイ川およびヤソシ沼の自然環境に対し、水位変化及び地形変化が最も影響を与える。

(3) 反対意見

このような事業計画に対し、バードウォッチングをする愛好家から『水位が低下すると、干潟が乾燥化しシギ類の餌場が無くなり、水域が狭くなり塩分化するとカモ類の餌が少なくなり、休息場としての水域が減少するため、鳥が飛来して来なくなる。また、河道の土手のカワセミの営巣地が壊される。』との意見があり、河口施設の建設反対、河道の変更等の意見が説明時にあった。

4. 環境評価

(1) 調査結果

魚類、鳥類の環境要因と水位低下に伴う影響を把握するため、魚類調査、鳥類分布調査を行ない、環境因子評価法にて帰納的に環境要因をまとめた。

1) 魚 類

現在沼内で確認された魚類はトゲウオを除き、海と川を往来する魚で溯上性があるものが大部分である。

魚類調査時の各地点毎の環境要因と魚類の分布を表-1に示す。

表-1より、11月下旬ごろの魚類は潮汐の影響を受ける水域に分布し、受けない水域では魚類が確認できなかったことから、魚類にとってはある程度の潮汐作用が影響することが望ましいものと考えられる。

底質による分布の変化はなく、河川岸にはヨシ等が必要で樹木があって、流れがあれば魚類の存在量が多い。

また、水温による分布量に対する明確な差が表われていないことから、水温変化による影響はある程度の水深があれば無いと考えられる。

以上の現象から、河口施設及び河道が建設されると、水位変化、塩分量の増加があることから、魚類は河口から沼内へ往来することになり、遊泳力の小さい、ハゼ類、ヌマガレイの生息環境が悪化する。

表－１ 魚類分布と環境要因

地 点	魚 類 尾 数	底 質	潮 汐 の 影 響	川岸の植生	水 深	水 路 地 形	水 温	出 現 種 類
No. 1	4(H.2.11.26～27)	砂	顕 著	ヨシ、牧草	30cm～ 90cm以上	河 口	6.5℃	アシシロハゼ、ウグイ類、ヌマガレイ
	60(H.3.5.28～29)						14.4℃	アシシロハゼ、ウグイ類、トゲウオ
No. 2	4	泥	受 ける	ヨシ、牧草	40cm～ 100cm	(合流地点流路)	6.0℃	アシシロハゼ、ウグイ類、ヌマガレイ
	52						15.6℃	アシシロハゼ、ウグイ類、トゲウオ
No. 3	27	砂 混 り 泥	受 け ない	樹木、 ササ類、 クサヨシ	20cm～ 40cm	国 道 下	6.5℃	ウグイ類、ヤツメウナギ、ハゼ
	62						12.1℃	ウグイ類、トゲウオ、ハゼ
No. 4	0	泥	受 け ない	ヨシ	20cm～ 40cm	沼 奥	6.3℃	－
	52						20.1℃	ウグイ類、トゲウオ、ハゼ
No. 5	0	泥	受 け ない	ヨシ	30cm～ 100cm	流 路	6.3℃	－
	49						19.3℃	ウグイ類、トゲウオ、ハゼ
No. 6	10	泥	受 ける	ヨシ	70cm～ 100cm以上	流 路	7.0℃	ワカサギ、ウグイ類、アシシロハゼ
	46						18.0℃	ウグイ類、トゲウオ、ハゼ

2) 鳥 類

鳥類の調査結果より、環境要因は表－２に示すとおりと考えられる。

河口施設や河道建設により、潮汐の出入りが活発化すると沼水域の水質が向上し、魚類の潮上が豊富になり、潮汐作用により底が干出するので魚類の往来や、底質に棲息している貝類、ゴカイ等の採餌機会が向上する。このため、カモ類、シギ類の飛来が多くなるものと期待される。

ツメナガセキレイの生息地は建設行為が及ばないようにしないと影響が表われる。

カワセミの生息場所の川の土手（土の崖）を河道建設に際し、築堤材料を現況と同じ材料にするなどの対応をすることにより生息場所の保全は可能であり、河口施設により潮上魚類が豊富になることから、河道を魚類の棲育しやすい構造にすることにより採餌機会が増加するものと考えられる。

表－２ 鳥類の環境要因

種 類	環 境 要 因			採食活動に与える要因 潮 汐 と の 関 係
	生 息 場 所	餌	餌 場	
ツメナガセキレイ	湿地帯	魚・虫	川及び湿原	有り
カモ類	アシ原	魚・アシの葉	川及び沼	有り
ベニヒワ、 カワラヒワ	原生花園の草原	テンキグサ シロヨモギ	東側の草原	無し
カワセミ	川の土手(崖)	魚	川	無し
シギ類	アシ原	ゴカイ、貝(シジミ) カニ、巻貝、二枚貝	干潟の水際線 (とくに低潮時の)	干潟干出時(低潮時) の短時間

(2) 評価方法

環境要因が変化すると、生態系も変化することは自然の状態では極めて当然なことである。生態系の変化に対する評価方法としては、環境要因摘出法、Best法(Biological Evaluation Standardized Technique)、HEP法(Habitat Evaluation Procedure)、Amoeba法などがある。これらの評価方法はいずれも生態系の動態そのものを表現するというよりは、むしろ実用的な視点からの開発(建設)に対する相対的な価値を評価する段階のものである。

このような評価方法の中から、帰納的に評価出来る環境要因摘出法を応用し、ヤソシ沼周辺を25m×25mの格子に区分し、各格子内において種々の因子を重ね合わせる(オーバーレイ)ことにより、生態環境の変化を評価する。

(3) 影響評価

河口施設および河道の整備に伴い、ヤソシ沼の水位が低下し、潮汐変動する。ヤソシ沼の水位変化は中村の海水交流計算方法を用い検討すると、水位は河口閉塞時の $TP+1.2m$ から $TP+0.17m \sim TP-0.17m$ と潮汐変動するようになる。

水位が変化するとヨシの群落は狭い範囲に分布し、魚類の生息できる水域が減少する。また干潟は $TP+0.2m$ 以上が高が乾燥化することが予測された。

この検討結果に基づき、河口施設建設中の平成4年6月（多少閉塞）および10月（開口状態）の2回、底棲生物、底質調査を行ない、環境要因がどのように変化しているかを再調査し、検証した。

1) ヤソシ沼の環境要因の変化の検証

イ. ヤソシ沼の水位

ヤッシュウシナイ川の河口に河口施設（導流堤）が建設されており、河口閉塞が解消されてきた。

この結果、ヤソシ沼は河口からの潮汐波動の影響を受け感潮河川湖となり、沼の水位は外海潮汐と同様 $TP+0.17m \sim -0.17m$ と日夜変動するようになり、予測結果と一致している。

ロ. 干潟に棲むデトリタスの分布

沼内の水位および水質の変化を受け干潟に棲むデトリタスの分布がどのように変わったか、生物調査結果より検討する。

平成4年6月10日および10月20日における調査におけるデトリタスの総個体数と地盤高の関係を図-4に示す。

河口閉塞による沼内水位が上昇していた影響が残っている6月10日のデトリタスの分布は、 $TP+0.54m$ 付近に極値を有していた。外海潮汐の影響が強くなった10月20日のデトリタスの分布は、H.W.L.の上側の $TP+0.33m$ 、M.W.L.付近の $TP-0.02m$ およびその中間の $TP+0.15m$ 付近に極値を有する分布型となった。この結果、干潟全体が採餌場となり個体数も増加し、シギの採餌行動とも一致していることからシギ類にとって採餌環境は良化している。

ハ. 環境要因の変化

河口導流堤の建設に伴う環境要因の変化は検討結果より表-3に示すとおりである。

(4) 検証結果

ヤソシ沼の水位および水質が変化したことによるヤソシ沼生態環境への影響を環境要因摘出法を用い検討した。

河口施設建設に伴い、ヤソシ沼の水位（H.W.L.）は河口閉塞時の $TP+1.2m$ から $TP+0.17m$ に低下し、外海潮位 $TP+0.6m$ よりも低い状態を示している。また、水質は DO 濃度は高く、 COD 値は低くなる傾向が見られるが汽水性が強くなってきた。

魚類は溯上量は交流量の増大に伴い多くなっているものの、沼内の水位が低下したことによる生息面積が減少した影響があるが、潮汐による水面変化により餌料であるデトリタスの採餌機会が増加しているものと考えられる。

この結果マガモ類の餌となる小魚は増加しているが、水域面積が減少したことによるマガモ類の収容能力は低下したものと判断される。

一方、干潟上において潮汐行動による採餌するシギ類にとっては、沼内水面が潮汐により変動し、各地盤高により棲息するデトリタスの種も異なるため安定した採餌を行なえるようになりつつある。

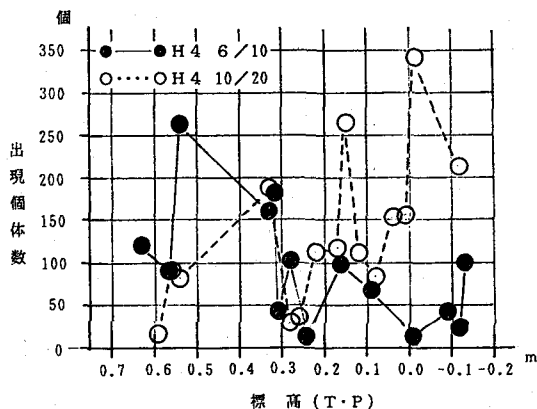


図-4 デトリタス出現個体数と標高の関係

表－3 河口施設建設に伴う環境要因の変化

施設	環境因子	建設前	平成4年10月調査
ヤンシ沼	水位	河口閉塞による砂州の先端高が沼の水面となる。TP+1.2m閉塞開放時は潮汐の変化に連動。	潮汐の変化に連動。 河口閉塞による水位増加が無い場合、沼内の水位はTP+0.15m～TP-0.15mの範囲で振幅を繰り返す。
	水質	河口閉塞時は塩分量が大きい。 河川出水時塩分量低下、DOは小さい。	河口からの潮汐による塩分と流下河川水とによる汽水、海水性となる。DOは比較的多い。
	地形	沼の東側2/3は干潟化している。	河口閉塞がなくなり、水面が低下することにより沼水域面積が小さくなった。干潟部が増大した。
	植生	水辺の周辺にヨシの群落があり、湿原植物がなだらかに分布している。	湿原の乾燥化が進行している。
	昆虫類	現況の植生に対応したもの。	花の類が減少すると減る種類もある。
	魚類	河口が閉塞してしまうことから、潮上魚は少ない。	河口が通年開口されることにより、潮上魚類は増加、沼内の水質も向上することから生息環境向上。
	鳥類	沼のアシ原周辺の草原に生息し、干潟・沼内の餌を採食する。	干潟におけるデトリタスが増加し、潮汐振動に伴うシギ類の採餌行動に一致しシギ類の採餌機会が増加。
流路	植生	川辺にはヨシ、クサヨシ及び樹木が繁茂している。	塩分化により変化。
	昆虫類	上記植物に生息する昆虫。	植生の変化により生息する昆虫が変化する。
	魚類	上記昆虫及び底棲生物を餌とする魚類。	底棲生物、川周辺の昆虫の変化による餌量の変化。
	鳥類	法面（現在土の崖等）に棲育するカワセミ。	現状では変化ない。

5. ミチゲーションプログラム

アメリカ連邦の Council on Environmental Quality はミチゲーションを次下のように定義している。

- 1) ある一定のあるいは一部の事業を行わずにインパクトを防御する。
- 2) 事業の度合を減少させてインパクトの極小化をはかる。
- 3) 影響を受ける環境を改善、復元することによりインパクトを除く。
- 4) 事業中、保全措置をとることによりインパクトを除く。
- 5) 代替となる資源や環境をつくることによりインパクトを償っていく。

本報告においては、影響を受ける環境を改善し、インパクトを除くことによりミチゲーションプログラムを作成した。

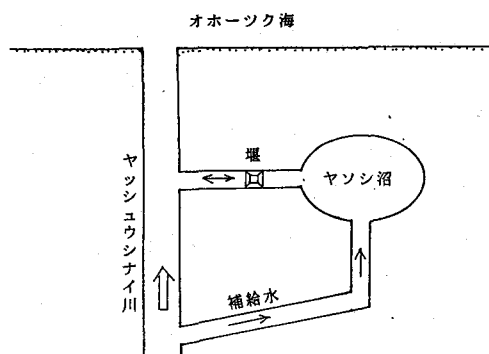
(1) 代替案の検討

魚類にとって塩分の増加による影響はほとんどない。水位低下による生息水面積の減少が問題である。

鳥類にとって、マガモ類の採餌水面の減少や休息地のヨシ原が狭くなることは外敵にねらわれやすくなり危険である。シギ類にとっては沼内の水面変化による採餌場の出現があるため採餌機会が増加するが、干潟面積が減少する。

また、湿生植物にとって沼内の水位低下に伴う乾燥化や塩分濃度増加（河口閉塞直後や開口時の沼内の塩分は、表層30cm以深で20%以上）が影響する。

このため、ヤンシ沼水位振幅を大きくするとともに、塩分濃度分布に見られるように表層に淡水が覆うようにすることで上記影響を軽減することを検討する。



図－5 代替案の検討模式図

潮汐の影響による高塩化 → 表層水に淡水が入るように交流口（分岐点）でない個所から河川水を注入。

水位振幅の減少 → 交流口の改良による振幅増大



最干潮が下がり、沼内が干出してしまうので、多少掘削し、交流口に土もしくは砂でセキを設ける。

交流口の改良のみでは沼内水域の塩分が表層付近まで高濃度となるため、ヤッシュウシナイ川の河川水を上流（国道下のセキ）から分流し、沼内に流入し、表層を淡水で覆うことを検討した。

河川水の分流は河川維持上非常に困難であるが、ヤソシ地区の整備計画において国道下で落差工を設け、水位調節することになっている。この落差工に堰を設け、ここより分水し沼内に注水する。注水の目的は沼内の水域表層を淡水で覆い、湿生植物への塩分の影響を軽減するためである。

このため、下層水との混合をできるだけ避ける必要があり、分水のための水路際には湿生植物を育てられる環境となることが望ましい。

地形上、上記に示すような条件を得られる場所は、旧河道と見られる水路と考えられる。

堰上より管で開水路に結び、旧河川と見られる水路に注ぎ込むことにより、沼の上層水淡水化が図れ、旧河川とみられる水路に湿生植物、トゲウオ類の魚類が生息できる環境になるものと考えられる。

① 交流水路断面

ヤッシュウシナイ川と沼との水路の分岐点からヤソシ沼への交流水路断面を現在の水路幅でT P -0.4m以深となるように改良する。

② 干潮時水面の確保

ヤソシ沼の標高はT P -0.3m以浅で一部T P -0.68mであり、落潮時には沼内が大部分干出する。このため、干潮時におけるマガモ摂餌休息のための水面が必要であり、ヤッシュウシナイ川との分岐水路部に堤頂T P -0.4mとなるような潜りゼキを設ける。

水路底を一部掘削しT P -0.4mにするが、ヌマガレイ類が底をはって溯上するためその形状は、人工的な凸となる形状では沼内に入り込むことができない。

このため、水路縦断面はなだらかな傾斜とし、カレイ類や他の魚類の沼内への溯上を可能とする。

③ 分岐路

国道下落差工の個所に常時0.1m³/sec程度の分水可能なセキを設け管路により、旧河道に分水する。

(2) ミチゲーションプログラムの評価

4(2)の評価方法で検証調査結果も踏まえ、ミチゲーションプログラムの評価を行なった。結果を表-4に示す。

底泥が干出することにより、底質の浄化が進行し、底棲生物の生息環境が向上する。

このため、シギ類の採餌環境が良化する。

L.W.L時マガモ類の採餌水面が少なくなる

が、魚類が多くなること及び水位が±0.0m以上の時間が半日に6時間程度得られることから、水面カモだけでなく潜水カモにとっても、良好な採餌環境となるものと予想される。

以上の検討の結果、ミチゲーションプログラムの実施による生態環境の質は開発行為以前と等価と考えられる。

表-4 評価結果

状 態	シギ類		カモ類		計	
現 状	133点	100%	220点	100%	353点	100%
河口施設建設後	128点	96%	171点	78%	299点	85%
ミチゲーション プログラム実施後	140点	105%	211点	96%	351点	99%

6. まとめ

河口閉塞防止のための河口施設を建設するにあたり、自然を出来るだけ保護しようとする姿勢で、当初からミチゲーションという考え方を導入し、調査方法等の検討には自然保護団体関係者の意見を反映させた。調査結果、検討結果を討議する場を設け、ミチゲーションプログラムを作成し、検証するための再調査を行なった結果、当初のプログラムどおり実施することにした。このプログラムによるミチゲーション費用は、事業費に比較し小さい。

今後、一般市民の意見を反映させるためには、ミチゲーションの評価方法を一般の人が見ても理解しやすいものを作成することが必要である。

また、環境改変による変化が安定する時間は、自然保護団体の人たちの話によると『早くて3、4年で6年後以降である』とのことで、この間のモニタリング、安定後のモニタリングをどうするか、モニタリングした後の再修正はどうか等問題点は残る。