

八郎潟残存湖の水質問題に取り組んで

元 秋田県立大学 生物資源科学部

教 授 佐 藤 敦

1. はじめに

筆者が八郎潟残存湖（以下、残存湖）の水質に係わったのは、秋田県農業試験場化学部干拓科時代（1971～1972年）に遡る。当時の干拓科主任・尾川文朗氏の指導で、干拓地土壌の脱塩過程を水域別に調べたところ、東・西両承水路、調整池および幹線排水路でpHや塩分濃度に差がみられ、土壌－水系の密接な関係を改めて認識したのが最初であった。大学に移ってから（1973～2007年）、バカの一つ覚えで学生と一緒に干拓地重粘土の物理性、特に土壌構造の発達やその安定性に及ぼす地下水位やかんがい水の影響について調べているうちに、いつの間にか定年を迎えることになった。本小節では、八郎潟干拓の建設理念と密接な関係にある残存湖の水質問題、残存湖が指定湖沼に指定された経緯と水質改善計画および水質汚濁の根底にある干拓地の自然負荷（＝湖底土の溶脱物質）について述べる。

2. 八郎潟干拓の建設理念¹⁾

八郎潟の干拓は第二次大戦後の「食糧不足」、
「農家の二三男対策」および「オランダとの国交回復」など内外の社会・経済および国際情勢を背景として、当時の吉田茂首相の英断で総額852億円という20世紀我が国最大の八郎潟の干拓事業が決定された（1953年）。八郎潟・22,024haの4/5に相当する17,430haの水域が干陸され、残りの1/5の4,743haの水域が「淡水資源の確保」と「洪水調節機能」を主目的とした残存湖として残された（1966）。八郎潟干拓の建設理念は、農地面積をできるだけ広く確保するため、残存湖の水域は八郎潟の20%に縮小されている。すなわち、残存湖の水質汚濁を招く根底は、①残存湖中央部に配置された干拓地（＝自然負荷）、②縮小された貯水容量（＝環境容量）および③干拓地水田の

用・排水が循環利用される利水構造など、設計段階で設定されていたといえる。

3. 残存湖が指定湖沼に指定された経緯

残存湖における水質汚濁の現状は、水田代かき期には褐色に濁った代かき排水が湖面全域に拡散し、一部は防潮水門を経て日本海へ流出している。水温が上昇する夏季～秋期にはCOD、T-N、T-P濃度が高まりアオコが異常発生する状況にあり、平成18年（2006年）には全国湖沼のワースト3にランクされるという不名誉な記録が達成された²⁾。このような残存湖の水質汚濁は八郎潟流域および沿岸地域の生活や基幹産業である水田農業や漁業に少なからず深刻な影響をおよぼしている。

近年、流入河川の河口域を遡上したアオコの影響で周辺市町村の水道水が飲めないという事態が発生し、流域住民から残存湖の水質改善が要求されている。干拓地の水田農業にとっては、消費者のコメに対する品質・食味あるいは安心・安全志向の高まりに対応する必要に迫られ、大潟村は国や県に残存湖の水質改善をはたらきかけてきた。一方、防潮水門の排水が流出する沿岸海域には国定公園の男鹿半島があり、天然鯛やハタハタ漁の漁場ともなっている。これらの沿岸漁業を基幹産業とする沿岸漁民からは、防潮水門から流出する懸濁物質・SSで藻場が衰退するとの理由で、残存湖のSS負荷削減が強く要望されている。また、残存湖の内水面漁業にとっては、アオコの発生で漁獲量や品質が著しく低下するとの理由で、度々海水導入を求める根強い陳情がなされている。

秋田県はこのような残存湖の水質汚濁を巡る諸問題を打開するため、湖沼水質保全計画を策定し、環境省に湖沼水質保全特別措置法に基づく指定湖沼の指定を申請し受理された（2007年12月³⁾。

また、干拓地および周辺流域は水田農業を基幹産業とする農村地帯であることから、農水省が全国的に展開している「農地・水・環境保全向上対策」事業にも採択され、秋田県はもとより八郎潟流域にとって残存湖の水質改善を推進する絶好の機会になった。長年深刻な水質汚濁に悩まされてきた残存湖の水質改善に向けてようやく行政の指導・監督体制が整備されることになった。

4. 残存湖の湖沼水質保全計画³⁾

秋田県は表1に示した残存湖の水域別水質改善目標値を策定し、2008年から総額5億9,900万円の第1期(2007～2012年)の湖沼水質保全事業が実施されている。第1期事業の概要は下記に示した点源対策、面源対策、湖内対策およびその他の対策の4本柱で、そのなかにそれぞれ具体的事業が組込まれている。これらの水質保全計画は、2006～2007年度に設置された八郎湖水質保全対策専門委員会の検討事項がほぼ網羅的に盛り込まれている。

表1. 2004年度水質改善目標

	対策を講じない場合				対策を講じた場合			
	COD ¹⁾	COD ²⁾	T-N	T-P	COD ¹⁾	COD ²⁾	T-N	T-P
調整池	11.0	7.2	0.96	0.079	9.8	6.3	0.87	0.067
東部承水路	8.1	6.4	1.00	0.072	6.9	5.5	0.93	0.061
西部承水路	11.0	9.4	1.50	0.096	9.5	7.9	1.40	0.077

単位 mgL⁻¹, COD¹⁾は75%値, COD²⁾は平均値

第1期湖沼水質保全計画事業の概要(秋田県八郎湖環境対策室2008年)

(1) 点源対策

- ①全窒素、全磷の類型指定と排水規制の強化
- ②下水道等の整備と接続率向上
- ③農業集落排水施設等の高度処理

(2) 面源対策

- ①流出水対策地区の指定と環境保全型農業の推進
- ②「農地・水・環境保全向上対策」による取組支援
- ③流域の森林整備

(3) 湖内浄化対策

①上方地区自然浄化施設の整備

②西部承水路の流動化促進

③防潮水門の高度管理による湖水流動化の促進

④湖岸の自然浄化機能の回復

⑤外来魚等未利用魚の捕獲による窒素、リンの回収と魚粉リサイクル

(4) その他対策

①流域住民との協働の取組推進

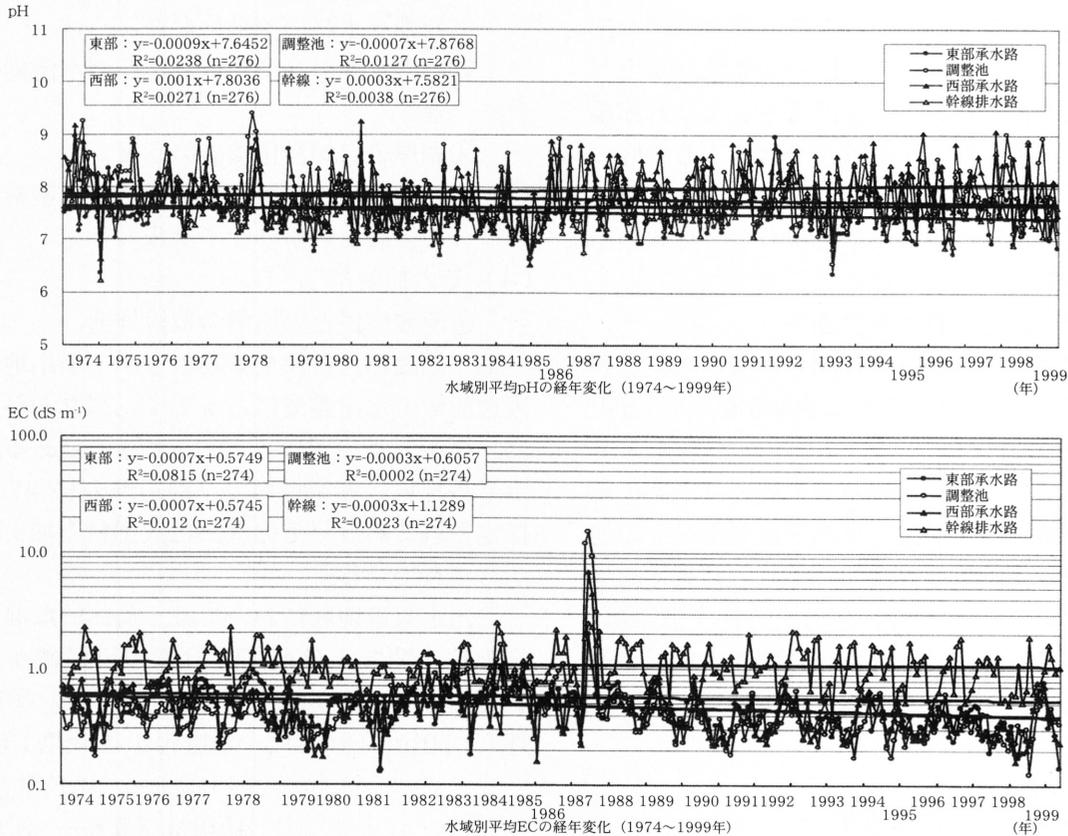
第1期湖沼水質保全事業のなかで干拓地および周辺流域の水田農業にとってインパクトがあるのは、面源対策の(2)－①流出水対策である。流出水対策地域は大潟村および周辺地の12,471 haが指定されており、そのなかに大潟村全域9,810haが含まれている。

流出水対策地区においては、具体的な農耕法や施肥法に関する負荷削減対策の目標値が設定されており、1)水田農耕法としては、①落水管理7,810ha(80%)、②無代かき栽培1,000ha(10%)、③不耕起栽培400ha(4%)、④乾田直播栽培600ha(6%)、および2)施肥法としては、①側条施肥2,100ha(21%)、②肥効調節型肥料6,300ha(64%)、減農薬減化学肥料9,300ha(84%)という目標値がそれぞれ設定されている。

これらの負荷削減対策を支える新しい農業技術の大部分は、これまで地道な試験研究を重ねてきたO-LISA研究会を中心とした試験研究機関や大学の研究成果が反映されたものと理解している^{4,5)}。

流出水対策が始めて実施された2008年度は、干拓地水田から流出した代かき排水負荷(=懸濁物質・SS濃度)は大幅に削減された。当初一抹の不安を抱えていた秋田県や大潟村では取り敢えず一定の成果を挙げることができた。しかし、水温が上昇する夏季～秋季に一部の水域でアオコが発生し残存湖における水質汚濁の根深いことが伺われた。

図1. 水域別pHおよびECの経年変化



5. 干拓地の自然負荷^{6~9)}

残存湖の汚濁負荷は水田かんがい期に急激に増大し、落水期には低下するという変動パターンを繰り返している。このことから、干拓地水田から流出する汚濁負荷は全て水田農業の生産活動に由来するものと考えられてきた。しかしながら、次に述べるように干拓地水田で発生する汚濁負荷には、①湖底土の土壌化過程で発現する自然負荷と②水田農業の生産活動に由来する人為負荷の二つに大別される。

①自然負荷の発現メカニズムは次のように考えられた。図1に示した水域別pH、ECの1973~1999年の経年変化をみると、東・西両承水路および調整池では流入河川による淡水供給があるためpH、ECは僅かではあるが減少傾向にある。しかしながら、幹線排水路のpHは約8.5、ECは1.0 mScm⁻¹前後と25年間殆ど変化がみられない。図2に示した干拓地水田の1967~1981年におけるNa、Caおよび易分解性有機物の動態をみると、かんがい期と落水期で地下水位の変動が大きい土

壤断面中部~下部にかけてNaは20→5%、易分解性有機物は4→2%にそれぞれ減少している。一方、Caは土壌断面上部を中心に4→35~40%に増加している。幹線排水路におけるHCO₃⁻とECとの間にはr²=0.8433 (n=20)、HCO₃⁻とSAR (=Na/√(Ca+Mg)/2) との間にはr²=0.8467 (n=20) というそれぞれ高い正の相関がみられる。これらのことから、干拓地水田では湖底土の土壌化過程でNaおよび易分解性有機物 (=HCO₃⁻) が現在も定量的に溶脱しており、これらの溶脱物質は最終的に幹線排水路に集積することを示している。

湖底土の溶脱物質は巨大な自然改造によって干拓地中央部に誕生した自然負荷であり、これらが全て水田農業の生産活動に由来するとは考えられない。水田落水期に幹線排水路に集積した自然負荷 (=溶脱物質) の大部分は、非かんがい期は残存湖の循環利用がないため、幹線排水路に滞留する。ところが、多量の水田用・排水が循環利用される水田代かき期には、図3に示したように、小・支線排水路および幹線排水路に滞留していた自

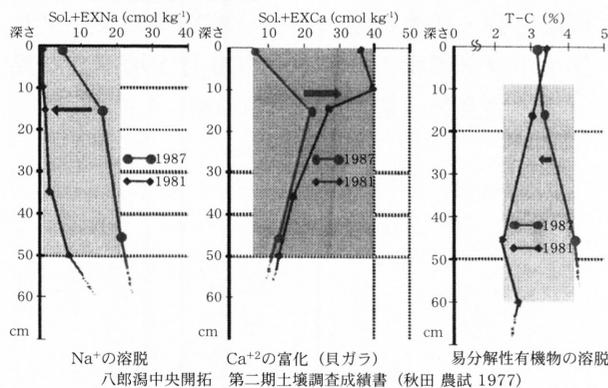
然負荷が代かき排水と一緒に残存湖へ流出することになる。

6. 自然負荷が干拓地水田農業に及ぼす影響

自然負荷は残存湖が一般の湖沼に比べて塩分濃度が高く、アルカリ性を呈する基質になっている。アルカリ性を呈するかんがい水が干拓地の水田農業に及ぼす影響は、第1に水田代かき期に大量の懸濁物質・SSが発生する原因の一つになっていることである。すなわち、干拓地水田における代かき作業は、pH8.5前後のアルカリ性かんがい水で水田表土を攪拌し粘土の分散作業を行っていることになる。特に、干拓地水田の80%はアルカリ条件下で著しく分散する主要粘土鉱物が2：1型スメクタイト粘土を平均51%含む重粘土水田で占められているため、代かき作業で大量の懸濁物質・SSが発生することになる⁹⁾。

第2は、施肥窒素の損失である¹⁰⁾。中性～微アルカリ性を呈する干拓地水田にアルカリ性かんがい水が供給されるとアンモニア揮散で施肥窒素が失われる。特に、粘土分が厚く堆積している第1次入植圃場で施肥窒素の肥効が悪いのは、土壌条件の他にかんがい水の影響も無視出来ない要因になっていると考えられる。

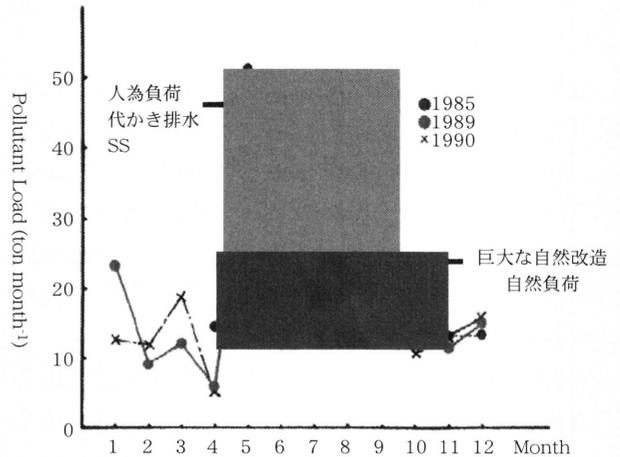
図2. 土壌構造発達過程におけるNa⁺と易分解性有機物の洗脱



第3に、水田土壌の有機物の溶脱が促進されることである。干拓地水田では、前述の図2に示したように、土壌断面中部を中心に易分解性有機物が経年的に減少している。干拓当初は土壌中の腐植含量は7～8% (T-C=5%前後) あり、水稻の生育、収量は無肥料区が最も優る時期があった。豊富な地力窒素は干拓地の水稻栽培に多大な

貢献をしているが、余剰の易分解性有機物は恒常的にアルカリ性のかんがい水で洗脱され、残存湖におけるHCO₃⁻、COD等の自然負荷の給源になっている。

図3. 干拓地における自然負荷と人為負荷



前述の3. 残存湖の湖沼水質保全計画では対処療法的対策が網羅されているが、抜本的な自然負荷の削減対策には踏み込んでいない。残存湖へ排出する干拓地水田の排水量は水田非かんがい期(9月～翌年4月)に大幅に減少する。一方、残存湖に流入する淡水供給量は秋季～冬季に増大し、南北両排水機場の排出量に比べて圧倒的に多い。このことから、自然負荷を削減する一方策として、非かんがい期の豊富な淡水資源を西部承水路経由で幹線排水路に導水すれば効果的に自然負荷を削減できると考えている。

干拓地水田の原単位の基礎となる自然負荷は、農耕法、作付け履歴および水管理等で異なる単位用水量や地下水位で大きく変動する。したがって、原単位を測定する際には、これらの変動要因を十分に踏まえる必要があると考えている。

7. 今後の課題

巨大な自然改造で誕生した八郎潟干拓地は肥沃な農耕地に生まれかわった。一方、貴重な淡水資源である残存湖は深刻な問題を抱えており、「肥沃な粘土の海に浮かぶ新宝島」の光と陰の関係にある。干拓地に湧出する最大50mgL⁻¹という高リン酸地下水は残存湖のリン負荷の約25～30%を占めているが、これをリン酸肥料として回収、資源化した研究成果は紙面の関係で割愛した¹¹⁾。干