

環境保全型かんがい排水事業はまなか地区 における水質改善状況の検証

釧路開発建設部 釧路農業事務所 第1工事課 ○鈴木 信也
児玉 正俊
鳥海 昌彦

国営環境保全型かんがい排水事業はまなか地区では、大規模な草地酪農が展開されており、地域排水に含まれる家畜ふん尿に由来した水質負荷物質等の流出による下流域への水質負荷軽減のため、肥培かんがい施設、土砂緩止林及び水質浄化池の整備等による水質保全対策を実施している。

本報では、整備した排水路モデル流域及び本地区の水質基準点における平水時の水質改善状況について報告する。

キーワード：環境保全型かんがい排水事業、整備効果、水質保全対策、水質改善

まえがき

北海道東部の釧路総合振興局管内に位置する厚岸郡浜中町（図-1）では、冷涼な気候条件と広大な土地資源を背景に、牧草を粗飼料とした大規模な酪農が展開されており、環境と調和のとれた自然豊かな酪農郷の推進に取り組んでいる。また、本地域の水環境については、地域排水に含まれる家畜ふん尿に由来した栄養塩類及び地域に分布する火山灰性土壌に起因した土砂等の水質負荷物質の流出により、下流域に位置する風蓮湖への影響が懸念されている。

国営環境保全型かんがい排水事業はまなか地区では、2001年より受益面積13,065ha（この内数である排水受益面積2,445ha）を対象に、肥培かんがいによる資源循環型農業の確立、水質浄化機能を持った農業用排水路の整備及び農家による営農対策等の水質保全対策を講じている。

本報では、モデル路線として位置付けた右支二姉別川排水路及び本地区内を貫流するおもな河川の1つである姉別川に設定した水質基準点における平水時の水質改善状況について報告する。

1. 事業における水質保全

(1) 事業実施における水質保全対策

本地区におけるおもな水質負荷は、ふん尿が高密度で存在する畜産施設（牛舎等）周辺から流出する点源負荷と草地に散布された堆肥及び肥料が草地から流出する面

源負荷がある。

施設整備による水質保全対策の基本的な考え方は、①肥培かんがい施設による発生源からの流出抑制、②土砂緩止林による草地から河川への流出抑制、③排水路（河道）及び遊水池等の水質浄化池における浄化・除去がある（図-2）。農家の営農による水質保全対策としては、肥培かんがい（ふん尿とかんがい用水を混合し、調整したスラリーをほ場に還元する）による資源循環型農業（ふん尿という地域資源の循環利用により環境への負荷を軽減した農業）の実践、降雨時及び土壌凍結期を避けたスラリーの適期散布等がある。



図-1 位置図

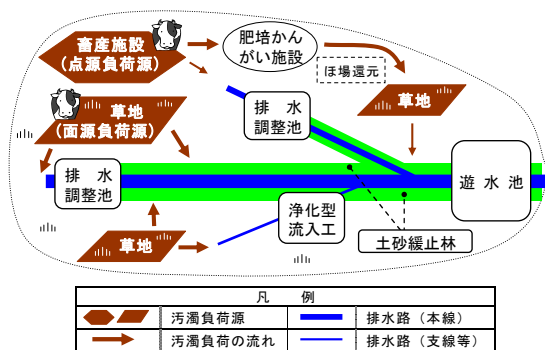


図-2 事業実施による水質保全対策の概要図

(2) 施設整備の概要

a) 肥培かんがい施設

肥培かんがい施設とは、畜産施設から排出されるふん尿にかんがい用水を混合してスラリー化し、曝気及び攪拌、貯留する一連の施設である(図-3)。スラリーの搬送にはパイプ、貯留にはコンクリート槽を使用しており、地下等への流出は生じない構造である。

b) 土砂緩止林

土砂緩止林は、排水路沿いで既存河畔林が欠落している区域等に苗木を植栽し、水質負荷物質の排水路への直接流出を抑制する施設である(図-4)。樹木及び周辺植生から成る林帯の形成により、草地から流出する表面水の地下浸透を促進させ、水質負荷物質のろ過・捕捉及び吸収を図る。

c) 水質浄化池及び排水路(河道)

水質浄化池には、本線の最下流部に設置する遊水池、本線とおもな支線の最上流部付近に設置する排水調整池及び支線から本線への合流部に設置する浄化型流入工がある。池の構造は、図-5に示すように、流入土砂を捕捉する堆砂域とヨシにより水質負荷物質を吸収する植生域から成る。

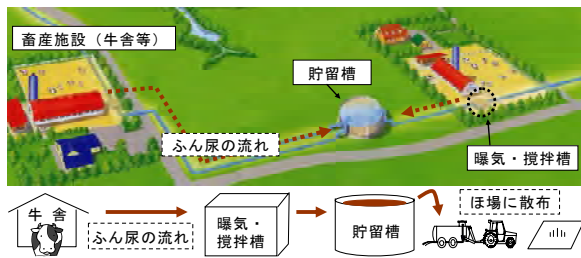


図-3 肥培かんがい施設の概要図

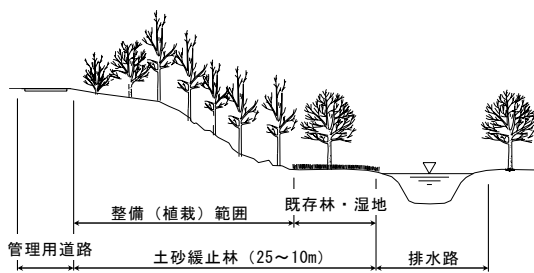


図-4 土砂緩止林の概要図

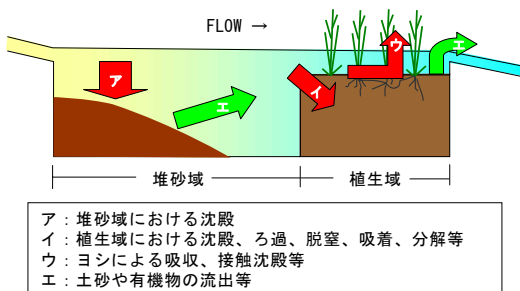


図-5 水質浄化池における水質負荷物質の流れ

排水路(河道)整備は、農業用排水路が持つ自然浄化機能を発揮できるよう土水路を基本とし、洗掘の恐れのある場所には粗朶柵工、ふとん管等の自然素材を用いた護岸工法を採用した。

2. 水質調査の概要

(1) モデル路線

a) モデル路線の流域概要

モデル路線である右支二姉別川排水路(流域面積A=7.2km²、本線1条、支線6条、L=8.4km)は、風蓮湖に注ぐ二級河川風蓮川水系姉別川の支流である(写真-1)。風蓮川における水質基準は、「生活環境の保全に関する環境基準(昭和46年12月28日環境省告示第59号)」の河川A類型に指定されている。

流域は、畜産施設が多数存在する「点源流域」、畜産施設がない「面源流域」、流域全体の「最下流域」の3流域に区分した(図-6)。各流域における土地利用の大部分は草地であり、流域内の飼養牛頭数は増加傾向にある(表-1)。本流域内の肥培かんがい施設の整備は、2003年より開始し2009年に完成した。排水路(排水路(河道)、土砂緩止林及び水質浄化池(以下、排水路等という。))の整備は、2005年より開始し2006年に完成した(図-7)。



写真-1 モデル流域の写真

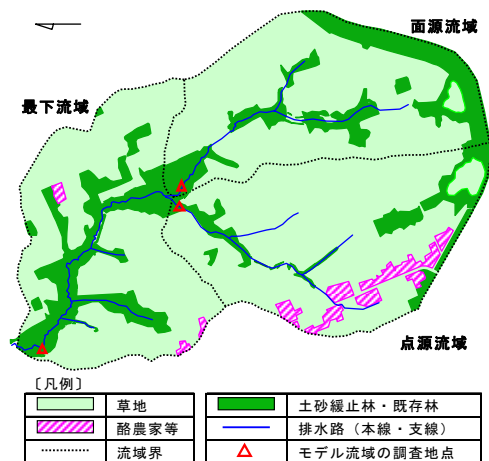


図-6 モデル流域の調査位置図

b) モデル路線の水質調査

3つの流域における平水時の水質調査は、2003年以前は不定期の採水間隔で年4回程度、2004～2009年は6～11月の月2回と2月の月1回、2010年は5～11月の月1回に行った。水質分析項目は、BOD、T-N、NH₄-N、NO₃-N、T-Pである。

(2) 水質基準点

本地区では、事業実施による水質保全対策の効果を検証するとともに下流域への水質負荷軽減状況を把握するため、地区外へ流出する4河川の最下流付近等の6地点に水質基準点を設定し、水質モニタリングを実施している。そのうちの1つである二級河川風蓮川水系姉別川における水質基準点「姉別北橋地点（以下、基準点という）」の流域は、草地面積が大きい主要な水質基準点であり、その全流域が地区内に含まれている（写真-2、図-8）。これは地区外からの流入負荷がないことを表し、本基準点における水質改善を事業実施による水質保全対策の効果として見なすことができる。以上のことから本基準点を検討の対象とした。

a) 水質基準点の流域概要

本流域（流域面積A=67.6km²、姉別川流路延長L=24.8km）の土地利用状況は、草地及び農家が60%、林地及び湿地が39%、その他が1%である。浜中町における乳牛飼養総頭数は概ね22,300頭前後で横ばい状態にあり（図-9）、本流域内の飼養牛頭数も同様の傾向であると考えた。本流域内における排水路の整備対象は4路線あり（図-8）、本流域に占める排水路流域の割合は42%である（表-2）。

地区内の肥培かんがい施設の整備は2003年より開始し、排水路等の整備は2007年より開始し、ともに2011年に完成を予定している（図-10）。

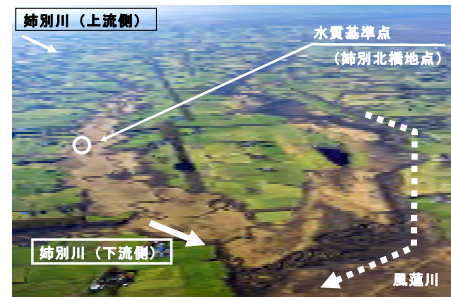


写真-2 姉別川流域（水質基準点）の写真

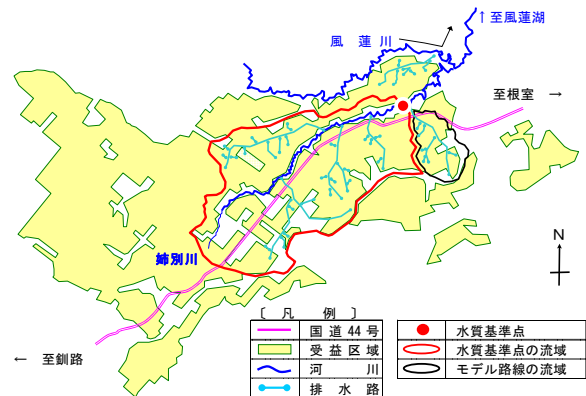


図-8 水質基準点の調査位置図

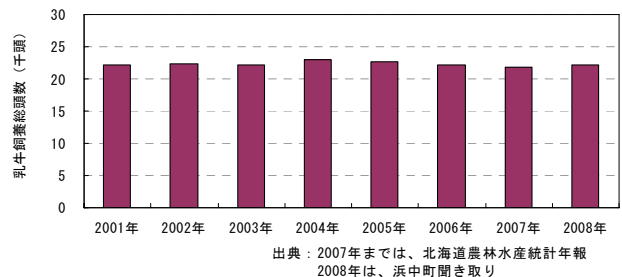
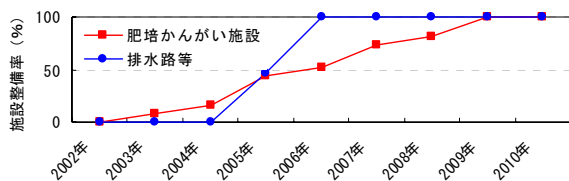


図-9 浜中町の乳牛飼養総頭数の推移

表-1 モデル流域の諸元

名称/項目	面積 (km ²)	土地利用割合 (%)			飼養牛頭数 (頭)	
		草地	林地等	酪農家	2003年	2008年
点源流域	2.2	74	20	6	697	836
面源流域	2.1	71	29	0	0	0
最下流域	7.2	72	25	3	829	1090

※飼養牛頭数は、流域内の各農家に聞き取り調査を行った。
 ※飼養牛頭数の内、育成牛は成牛0.5頭に換算した。



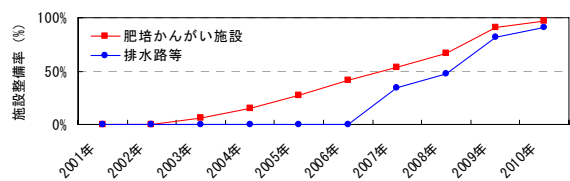
※排水路等とは、排水路（河道）、土砂緩止林、水質浄化池のことを表す。
 ※施設整備率 (%) の算出は、以下の通り。
 肥培かんがい施設 = (年次別の整備容量 / 流域の全施設容量) × 100
 排水路等 = (年次別の整備延長 / 流域の全延長) × 100

図-7 モデル流域における施設整備率の推移

表-2 水質基準点の流域に占める排水路流域の割合

名称 / 項目	流域面積 (km ²)	基準点の流域に占める割合 (%)
排水路 (4路線)	28.5	42
右支五姉別川排水路	3.2	5
熊牛川排水路	6.6	10
左支姉別川排水路	9.6	14
横山川排水路	9.1	13

※基準点の流域とは、姉別川の水質基準点より上流域を指す。



※各施設整備率は、各工種の工事費ベースにて算出。
 ※各施設の工事費は、肥培かんがい施設は地区全体、排水路等は水質基準点の流域内にある排水路4路線を対象としている

図-10 水質基準点の流域における施設整備率の推移

b) 水質基準点の水質調査

基準点における平水時の水質調査は、2001年は不定期の採水間隔で年4回、2002年以降は4～11月の月1回を行った。水質分析項目は、BOD、T-N、T-Pである。

3. モデル路線の水質調査結果

図-11～13 に点源流域、面源流域及び最下流域の調査結果を示す。また、表-3 は各流域における T-N、NH₄-N、NO₃-N 及び T-P の施設整備前後の水質改善率を示す。ここで、水質浄化率 (%) = { (2002～2004 年の平均濃度 - 2005～2010 年の平均濃度) / 2002～2004 年の平均濃度 } × 100 である。施設整備前後の年区分については、肥培かんがい施設の整備が開始されていて、この整備効果が水質に現れ始めたと考えられる 2004 年と 2005 年で区分した。

各水質項目の傾向は、概ね点源流域 > 最下流域 > 面源流域の順であった。各水質項目の経年変化は、施設整備の進捗にともない濃度が低下する傾向にあった。近年の濃度は、横ばい状態となり年々変動についても安定していると考えられる。次に各流域の水質変化の考察を示す。

(1) 点源流域

本流域は、畜産施設等における営農活動の影響を受ける流域である。本流域では、肥培かんがい施設と排水路等の整備が行われ、BOD 及び T-P については水質が大きく改善された。施設整備前後の水質改善率は、T-N で 28%、NH₄-N で 61%、T-P で 60%であった。T-N の水質浄化のうち形態別に見ると畜産施設等から流出しやすい NH₄-N が大きく改善されていた。これらのことは、肥培かんがい施設を整備したことにより、ふん尿の適切な管理が行われ、水質負荷物質の直接的な排水路への流出が抑えられたためと考えられる。

(2) 面源流域

本流域は、畜産施設がなく、放牧やスラリー散布等の面源負荷のみの流域である。整備以前から他の流域より低濃度で推移しており、水質保全対策の効果が一番現れにくい流域と考えられていた。本流域では、排水路等の整備が行われ、施設整備前後の水質改善率は、T-N で 29%、T-P で 23%であった。T-N の水質浄化のうち形態別に見ると、NH₄-N はほとんど変化がなく、NO₃-N が改善されていた。また、T-N 及び T-P は、2006 年以降の排水路等の整備後から緩やかに低下していた。これらのことは、おもに水質浄化池でのヨシによる吸収・脱窒及び土砂緩止林での地下浸透によるろ過・補足等の排水路等による水質浄化機能が発揮されていると考えられる。土砂緩止

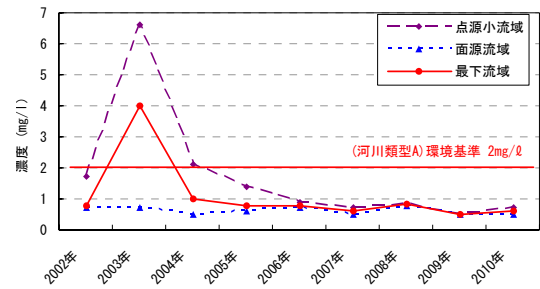


図-11 モデル流域の平水時のBOD平均濃度の経年変化

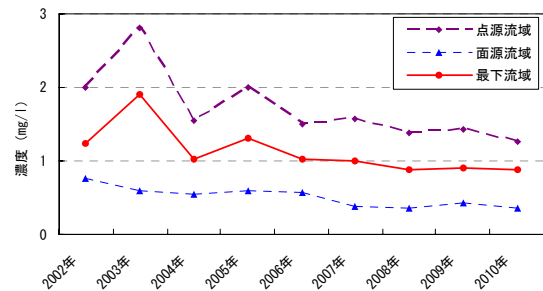


図-12 モデル流域の平水時のT-N平均濃度の経年変化

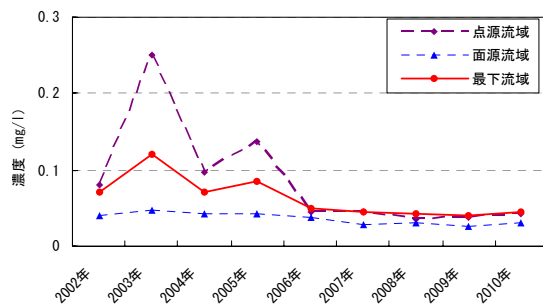


図-13 モデル流域の平水時のT-P平均濃度の経年変化

表-3 モデル流域における平水時の水質改善率

項目 / 調査地点		点源流域	面源流域	最下流域
T-N	整備前 平均濃度 (mg/l)	2.12	0.63	1.39
	整備後 平均濃度 (mg/l)	1.53	0.45	1.00
	水質改善率 (%)	28%	29%	28%
NH ₄ -N	整備前 平均濃度 (mg/l)	0.31	0.05	0.23
	整備後 平均濃度 (mg/l)	0.12	0.07	0.09
	水質改善率 (%)	61%	-40%	61%
NO ₃ -N	整備前 平均濃度 (mg/l)	1.33	0.44	0.81
	整備後 平均濃度 (mg/l)	1.18	0.28	0.69
	水質改善率 (%)	11%	36%	15%
T-P	整備前 平均濃度 (mg/l)	0.142	0.043	0.087
	整備後 平均濃度 (mg/l)	0.057	0.033	0.051
	水質改善率 (%)	60%	23%	41%

※整備前とは、2002～2004年を指す。

※整備後とは、2005～2010年を指す。

※水質改善率 (%) = { (2002～2004年の平均濃度 - 2005～2010年の平均濃度) / 2002～2004年の平均濃度 } × 100

林の水質浄化機能については、苗木植栽後の生育期間が3~4年と短く、林帯としての形成がまだ不十分であることから、今後、土砂緩止林の生育とともに向上していくと考えられる。

(3) 最下流域

本地点は、流域最下流に位置することから、流域全体の水質保全対策の効果が現れる。BODは、風蓮川の水質基準(2mg/l)以下となっていた。施設整備前後の水質改善率は、T-Nで28%、T-Pで41%であった。流域内の飼養牛頭数が増加するなか、流域全体としても水質改善が進んでいることから、施設整備等による水質保全対策の効果が発揮されていると考えられる。今後においても、肥培かんがいによる資源循環型農業の実践、土砂緩止林の生育及び水質浄化池の土砂上げ等の適切な維持管理の実施により、流出負荷の軽減に寄与していくものと考えられる。

4. 水質基準点の水質調査結果

図-14~16に基準点の調査結果を示す。また、表-4は基準点におけるT-N及びT-Pの施設整備前後の水質改善率を示す。ここで、水質浄化率(%) = { (2001~2004年の平均濃度 - 2005~2010年の平均濃度) / 2001~2004年の平均濃度 } × 100 である。施設整備前後の年区分については、モデル流域と同様の考え方により、2004年と2005年で区分した。

各水質項目の経年変化は、年により変動があるが、概ね低下傾向にあると考えられる。BODは、0.5~0.8mg/lの範囲であり、風蓮川の水質基準(2mg/l)以下となっていた。施設整備前後の水質改善率は、T-Nで12%、T-Pで5%と、流域内での事業実施による水質保全対策の効果が現れていることが確認され、下流域の水質環境の保全に寄与していると考えられる。モデル路線の水質改善率に比べて値が小さいことは、水質保全対策の対象となる農地及び農家の占める割合が基準点の方が小さいためと考えられる。

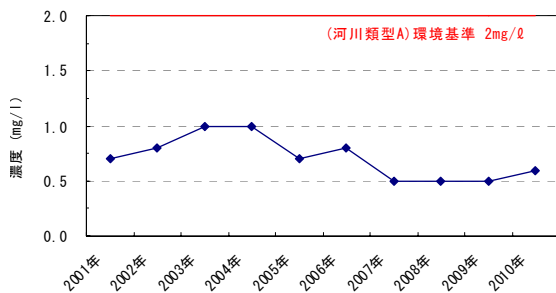


図-14 水質基準点の平水時のBOD平均濃度の経年変化

5. まとめ

環境保全型かんがい排水事業はまなか地区の平水時における水質改善状況について、モデル路線(A=7.2 km²)及び姉別川の水質基準点(A=67.6 km²)において検証を行った結果、ともに事業実施により水質が改善している傾向にあった。

モデル路線においては、畜産規模が拡大しているなか、施設整備の進捗こともない水質が改善していた。これは、点源負荷源である畜産施設からの流出負荷の減少がモデル流域の水質改善につながっていると考えられる。

基準点の水質についても改善傾向にあったことから、流域内での事業実施による水質保全対策により、地区外への流出負荷の軽減につながっていると考えられる。

今後においても、基準点での継続調査により下流域の水質環境の保全状況を確認していく必要がある。

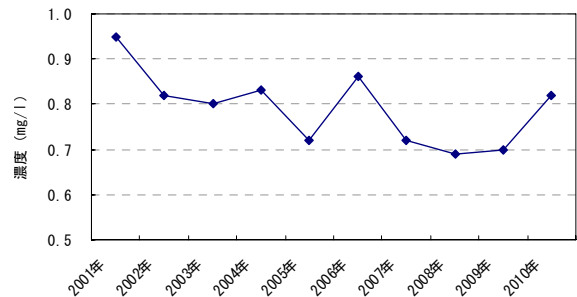


図-15 水質基準点の平水時のT-N平均濃度の経年変化

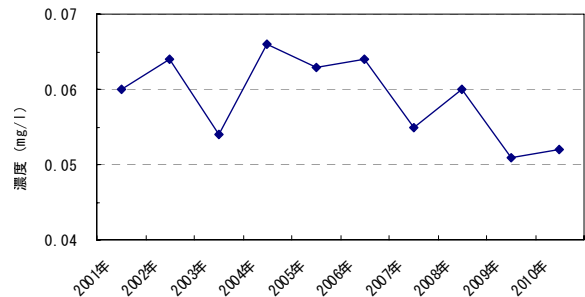


図-16 水質基準点の平水時のT-P平均濃度の経年変化

表-4 水質基準点における平水時の水質改善率

項目 / 調査地点		姉別川 基準点
T-N	整備前 平均濃度 (mg/l)	0.85
	整備後 平均濃度 (mg/l)	0.75
	水質改善率 (%)	12%
T-P	整備前 平均濃度 (mg/l)	0.061
	整備後 平均濃度 (mg/l)	0.058
	水質改善率 (%)	5%

※整備前とは、2001~2004年を指す。

整備後とは、2005~2010年を指す。

※水質改善率(%) = { (2001~2004年の平均濃度 - 2005~2010年の平均濃度) / 2001~2004年の平均濃度 } × 100

6. あとがき

浜中町では、自然との共生を図りながら、自然豊かな酪農郷での安全・安心な品質の高い牛乳の生産を目指しており、関係機関が一体となって様々な取り組みを実施している。そのなかに自然と調和した健全な酪農環境を次世代に引き継ぐことを目的として、酪農家を中心となった「緑の

回廊」プロジェクトがある。連続した河畔林帯の形成による流出負荷の軽減や生き物の生活圏を守るため、町内全域で植樹活動等の取り組みを行っている。このような地域活動とあわせて、本地区で整備した肥培かんがい施設、土砂緩止林及び水質浄化池等の活用により、さらなる水質改善が期待される。