

サロベツ地区における農業と湿原の共生

－事業完了後の維持管理に向けた取り組み－

高橋 洋 ・ 阿部 良平

1. はじめに

食料・農業・農村基本法は農業の持続的な発展、多面的機能の十分な発揮などをその基本理念としており、農業農村整備事業においては、地域の特性に応じて環境との調和に配慮した、効率的な事業の実施が重要となる。また、2002年には「自然再生推進法」が成立し、本道においても自然再生事業との係わりの中で、農業農村整備事業において環境保全に係わる施設（以下、「環境配慮施設」という）が施工される事例が数多く見られる。

本報は、2007年度に着工し2020年度に竣工した国営総合農地防災事業サロベツ地区（以下、「サロベツ地区」と呼ぶ）において、農業と湿原の共生を目的として設置された環境配慮施設である「緩衝帯」と「沈砂池」について、事業実施中の機能確認にもとづき検討した事業完了後の維持管理方法と、地元との合意形成に向けた取り組みを紹介する。

2. 農業と湿原の共生に向けた取り組み

(1) 地区概要

サロベツ地区が位置する豊富町は、酪農を基幹産業とした北海道でも有数の農業地帯である（図－1）。サロベツ地区の農用地は泥炭土を基盤としており、前歴事業の整備から数十年が経過した農用地や排水路は、泥炭地特有の地盤沈下の進行により、その機能が著しく低下しており、営農に支障をきたしていた。そのため、サロベツ地区では、泥炭土が分布するサロベツ川流域の農用地を対象に、機能低下した排水機能の回復を図るため、排水路、暗渠排水等（表－1）の整備が計画された¹⁾。



図－1 サロベツ地区位置図

表－1 サロベツ地区工事計画

項目 区分	農地保全工				農地防災
	暗渠排水 (ha)	不陸整正 (ha)	障害物除去 (ha)	置土 (ha)	排水路 (km)
牧草畑	4,217	2,154	120	313	42.4 (22条)

一方、サロベツ地区に隣接し、利尻礼文サロベツ国立公園の一部でラムサール条約湿地にも登録される「サロベツ湿原」では、周辺の土地利用の変化等に伴う、湿原の減退・消失などが問題となっていた²⁾。

これらの課題解決のため、地域では2002年に豊富町、学識経験者、行政機関（農林水産省、環境省など）からなる検討会を設立し、サロベツ再生構想の検討を始めた。2005年には、「農業と湿原の共生」を基本理念とし、地域住民、NPOなどを加えた59の個人・団体からなる「上サロベツ自然再生事業協議会」（以下、「自然再生協議会」と呼ぶ）を設立し、多様な意見を取り入れた具体的な協議を行った。2006年にこの協議会で、サロベツ地区における環境配慮施設（緩衝帯、沈砂池）の設置が合意に至った。

(2) 農用地の機能回復にあたっての課題³⁾

サロベツ湿原では農業生産活動とも関連して、以下が問題となっていた。

- ①湿原の乾燥化
- ②流域からの土砂や汚濁物質の流入による湿原環境の悪化

これらが問題とされる中で、湿原に隣接する農用地の機能回復（排水整備等）にあつては、以下が課題とされた。

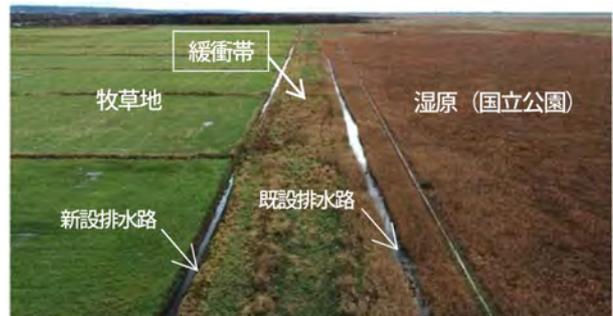
- ①農用地の排水機能回復（地下水位低下）と湿原の地下水位保持の両立
- ②整備工事に伴って発生する流出土砂の抑制

(3) 課題解決のための環境配慮の取り組み

1) 農用地の排水機能回復（地下水位低下）と湿原の地下水位保持の両立【緩衝帯】

農用地の機能回復には、地下水位を適度に低下させる必要がある。一方、湿原の保全には、高い地下水位を保持する必要がある。相反する地下水位変動の両立を目標として、環境配慮施設が検討された。事業構想段階では、遮水壁などの人工構造物で農用地と湿原双方の地下水を遮断する工法、人為的にポンプで湿原へ給水する方法などが検討されたが、本地区の立地特性から景観や維持管理性を重視し、自然の物理的性質を利用して、農用地の一部を一定幅の緩衝区域として設定する「緩衝帯」が採用された。

緩衝帯は、農用地と湿原の境界に在る既設の排水路を部分的に堰き止めて湿原側の地下水位保持を期待し、これに替えて農用地側に一定幅（25m）をとって排水路を新設して、この一定幅を地下水位変動の緩衝部として現況のまま存置するものである（図－2、写真－1）。本地区の緩衝帯は6区域に設定され、総延長9.9km、総面積25haに及ぶ規模である（表－2）。なお、当該用地の確保は、関係農家からの無償提供により実現したものである。



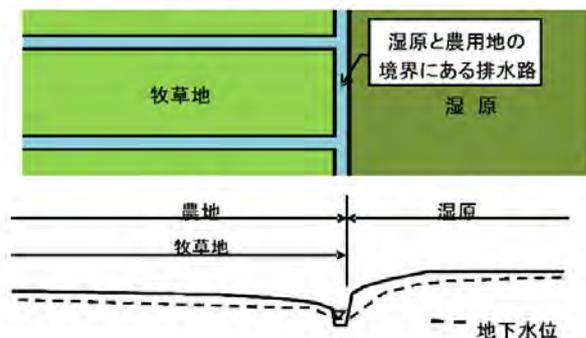
写真－1 緩衝帯設置状況

表－2 緩衝帯の概要

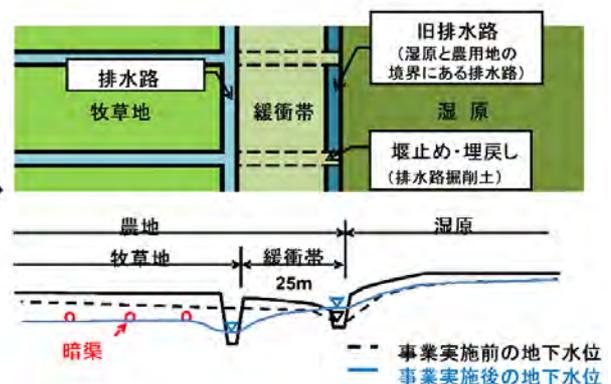
No.	緩衝帯名	延長 (km)	幅 (m)	面積 (ha)
1	阿沙流緩衝帯	2.5	25	6.3
2	徳満緩衝帯	2.3	25	5.8
3	落合緩衝帯	1.6	25	4.0
4	円山緩衝帯	1.5	25	3.8
5	サロベツ緩衝帯	0.6	25	1.5
6	豊徳緩衝帯	1.4	25	3.5
合計		9.9		24.8

(事業実施前:緩衝帯設置前)

<湿原と農地の隣接イメージ>



(事業実施後:緩衝帯設置後)



図－2 緩衝帯概要図

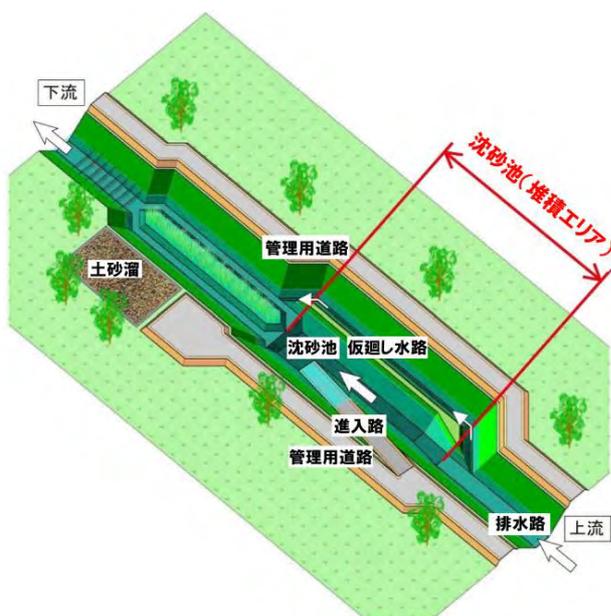
2) 流出土砂の抑制【沈砂池】

本事業では排水路の整備、ほ場の暗渠排水工および置土工などが計画された。沈砂池は当該工事の際に流出する土砂を捕捉し、湿原への環境負荷を軽減するための施設として計画された（写真－2）。なお、後述する機能検証により、工事期間以外も沈砂池が流出土砂を捕捉していることから、事業完了後も継続利用することの有効性を確認した。

沈砂池の構造は、幅広水路（底面堀下げ）形式であり、粒径0.02mm以上の土砂を捕捉対象としている（図－3）。沈砂池は整備排水路（計22条）の下流部に設置された。



写真－2 沈砂池設置状況



図－3 沈砂池概要図

4) 環境配慮施設の設置に係る地元との合意形成⁴⁾

サロベツ地区では、環境配慮施設設置の合意に向け、事業の構想段階から豊富町および北海道開発局により数十回にも及ぶ関係農家への説明会が開かれ、話し合いと調整が行われた。さらに、豊富町および、町内の関係機関が主体となり、シンポジウムやワークショップが開催され、農家だけでなく地域住民が積極的に話し合いに参加できる環境が整えられた。事業実施3年前には、農業者自らが農業と湿原の共生に向けた検討を行うために、事業の関係農家で組織される「サロベツ農事連絡会議」が設立され、農家全体の意見集約に向けた話し合いが行われ、自然再生協議会での合意に至った。

このような地道な活動が続けられ、農業者が議論を重ねるうちに、豊かな湿原環境の保全が地域の農業振興とサロベツブランドの保全に繋がるとの意見集約がなされ、環境配慮施設である緩衝帯と沈砂池の設置について合意に至った。

3. 環境配慮施設の機能検証（事業実施中）

環境配慮施設のモニタリング調査は、自然再生事業との係わりの中で調査内容が規定され、緩衝帯および沈砂池の機能検証を目的として、事業実施中に表－3に示すモニタリング調査が継続して行われた。

表－3 事業実施中のモニタリング項目

項目	調査目的	調査内容	
緩衝帯	降水量調査	降水量と地下水位の関係を把握する。	アメダス（豊富）データを整理する。
	地下水位調査	事業実施前後の地下水位の変化を把握する。	湿原、緩衝帯、牧草地の地下水位を観測する。
	排水路水位調査	排水路水位と地下水位の関係を把握する。	事業実施前の既設排水路、事業実施後の旧排水路、排水路の水位を確認する。
植生調査	緩衝帯設置による湿原、緩衝帯の植生変化を把握する。	湿原～緩衝帯～牧草地の横断ライン上でコドラート調査を実施し、優占度等を記録する。	
	緩衝帯設置による湿原、緩衝帯の植生変化を把握する。	湿原、緩衝帯、牧草地の景観を写真撮影する。	
沈砂池	降水量	流砂量、堆積量等と比較することにより流出土砂量の傾向を把握する。	アメダス（豊富）データを整理する。
	堆積土砂量	沈砂池による土砂捕捉効果を把握する。	堆積土砂を算定するために、沈砂池測量を実施する。
	粒度組成	発生源を把握する。	試料採取による土質試験を実施する。
	土砂除去量	維持管理による土砂除去効果を把握する。	一次堆積場所で土砂量を計測する。
	通過土砂量	沈砂池の堆積量と通過土砂流出量を調査し、沈砂池による土砂捕捉率を把握する。	代表箇所にて、沈砂池下流側の濁度調査（SS換算）と水位流量観測を実施する。

(1) 緩衝帯の機能検証

緩衝帯のモニタリング調査では、事業実施中に農用地（緩衝帯含む）と湿原の地下水位変動調査を行うとともに、地下水位と降水量との関係进行分析した。また、補足として、地下水環境による影響が現れる植生調査を併せて行った。

地下水位変動調査では、各緩衝帯区域で農用地（緩衝帯含む）から湿原にかけて、横断ライン（L=50~70m）を設け、そこに数~数十m間隔で複数の観測孔を設置し、自記式水位計を用いて1時間間隔の計測（通年）を行った。調査期間は、各緩衝帯区域で緩衝帯設置前後の12~15年間である。

ここで、阿沙流緩衝帯区域を例に、調査および分析の結果を示す。図-4は、横断ライン各孔の年平均地下水位と、牧草地および湿原の深度別地下水位出現頻度図である。牧草地の地下水位（平均）は、排水整備前（2010年）は地表面下10cm付近にあったが、排水整備後は暗渠の埋設深付近のGL-0.6m程度となり、適度に低下した。一方、湿原の地下水位は、排水整備前後で同程度の水位を維持した。また、緩衝帯の地下水位は、湿原側から牧草地側（新排水路側）に向かって漸次低下する傾向を示した。これらの結果から、緩衝帯は牧草地の排水整備が湿原地下水位に及ぼす影響を抑制していることを確認した。

(2) 沈砂池の機能検証

沈砂池においては、事業実施中の土砂の捕捉機能を検証した。機能検証として、沈砂池の堆積土砂量、土砂除去量および通過土砂量の調査を行い、下式により流出土砂量とその捕捉率を把握した（図-5）。

堆積土砂量は、沈砂池に縦横断測線（縦1m間隔×横5m間隔）を設定し、その測線の交点で堆砂高を計測して平均堆砂断面積を求めて把握した。土砂除去量は、沈砂池から除去した土砂を一時堆積・脱水させた後に、その体積を把握した。通過土砂量は、沈砂池の直下流に設置した観測機器（水位計、流向流速計、濁度計）で10分間隔の計測を行い、水質調査の結果（濁度、SS）を基に、機器で計測した濁度をSS（浮遊土砂量）に換算して、沈砂池を通過した土砂量（質量）を把握した。

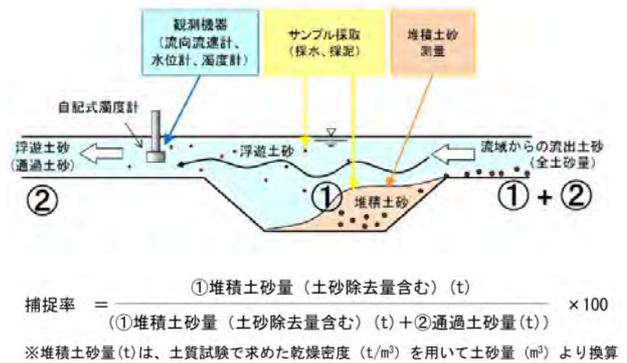


図-5 流出土砂捕捉率の概念図

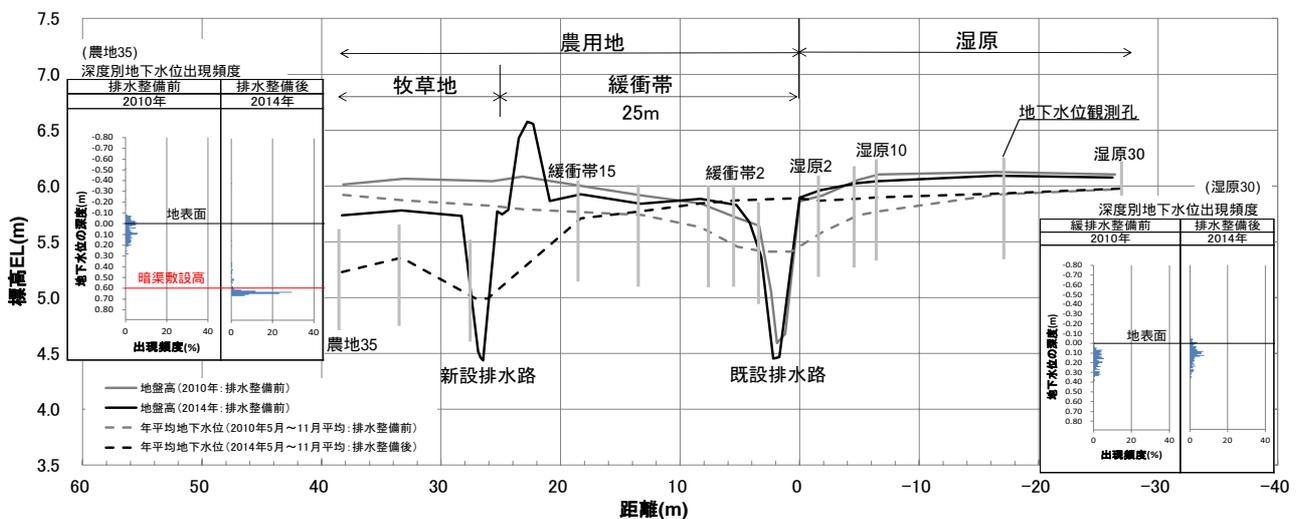
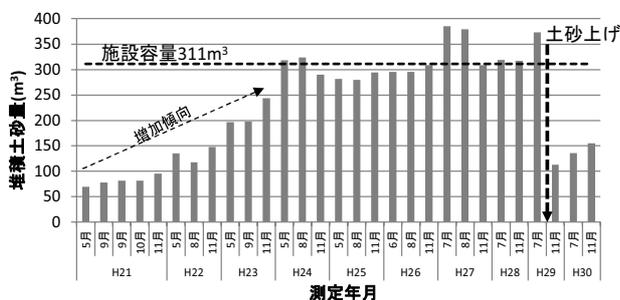


図-4 年平均地下水位横断図（阿沙流緩衝帯区域）

これらの調査による沈砂池全22箇所における事業実施中の堆積土砂量（除去土砂量含む）は、合計約3,000m³であった。

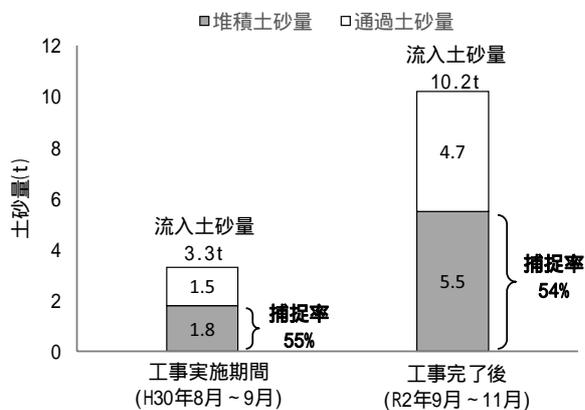
土砂堆積の特徴を示すもう一つの例として、落合南沈砂池を例に、堆積土砂量の経時変化を図一6に示す。堆積土砂量は、沈砂池設置後約3年を経過した平成24年に施設容量（堆砂率100%）に達した。その後100%程度を維持し、平成29年の土砂上げで空き容量ができた後は、再び土砂を捕捉した。

このように、土砂上げ（維持管理）により、土砂捕捉の機能が回復していることを確認した。



図一6 堆積土砂経時変化図（落合南）

次に、新生沈砂池を例に、流入土砂に対する捕捉率の分析結果を図一7に示す。流域内で農地保全工事を実施した期間は、流入土砂量（通過土砂量+堆積土砂量）3.3tのうち、沈砂池が捕捉した土砂量は1.8tであり、捕捉率は55%であった。一方、流域内で農地保全工事を実施していない期間は、流入土砂量（通過土砂量+堆積土砂量）10.2tのうち、沈砂池が捕捉した土砂量は5.5tであり、



図一7 沈砂池の土砂捕捉率（新生沈砂池）

捕捉率は54%で工事期間と同等の値を示した。

これより、沈砂池は工事由来の土砂に加え、降雨、融雪などの増水時に流出する土砂も捕捉し、工事完了後も継続利用することで環境負荷の軽減に寄与することを確認した。

4. 事業完了後の維持管理方法

(1) モニタリングの課題

事業完了後の環境配慮施設の維持管理は、事業主体の北海道開発局から地元（豊富町、サロベツ農事連絡会議）に引き継がれる計画である。環境配慮施設の機能が事業完了後も持続的に発揮していることを確認するため、自然再生事業（実施計画書）では、維持管理計画（モニタリング）が規定されている。調査内容は、緩衝帯区域では①湿原地下水位調査、②湿原周辺の植生調査、沈砂池では①堆積土砂量の計測、②土砂除去量の計測である。モニタリング結果は、毎年、自然再生協議会で報告することになっている。

地元による事業完了後のモニタリングについては、以下が課題として挙げられた。

- ①調査要員の確保
- ②調査および評価のための専門技術の確保
- ③調査の継続、観測設備の保守等に係る費用の確保

実施計画書では、事業完了後の維持管理内容は、事業実施中のモニタリングを踏まえて修正することが可能とされており、事業実施中のモニタリング状況にもとづき、省労力、低コストかつ調査精度の確保が可能な維持管理方法を検討した。

(2) 緩衝帯の維持管理方法

緩衝帯の機能は、農用地の過湿の防止と湿原地下水位の保持の両立であり、環境保全面からは、湿原地下水位の状態が重要となる。前記した維持管理の課題を踏まえ、湿原地下水位の状態を把握するための「通常調査」と、その調査で特異な状態（変状）が確認された場合に行う「臨時調査」の段階的な調査計画を策定した（図一8）。

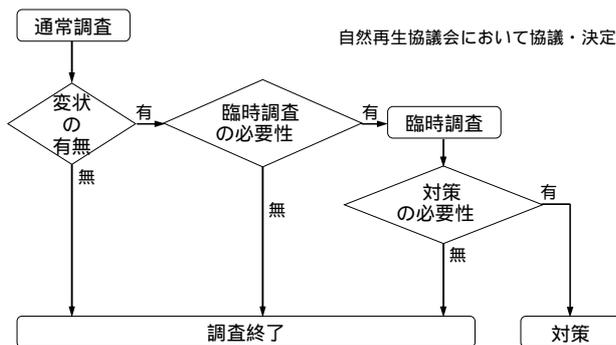


図-8 緩衝帯のモニタリング調査手順

1) 地下水位調査

a) 通常調査

通常調査では、湿原の地下水位の状態把握として、既設排水路水位の目視確認を行う計画とした。既設排水路は、湿原と緩衝帯の間に在り、堰止めして常時から水面が高く維持され、目視が可能であることが理由である。

事業実施中の地下水位観測記録を用いて、湿原の地下水位と既設排水路水位で観測孔相互の相関分析を行った。結果を図-9に示す。

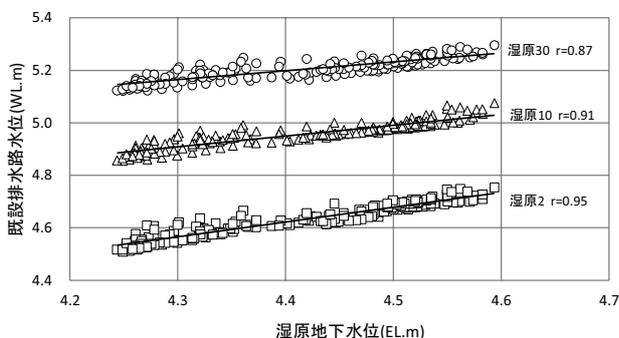


図-9 既設排水路水位と湿原地下水位の相関関係 (落合緩衝帯(北)区域)

湿原の地下水位と既設排水路の水位の相関性は高く ($r = 0.87 \sim 0.95$)、湿原の既設排水路に近いほど相関係数が高くなった。これより、既設排水路の水位から湿原の地下水位を精度良く把握することが可能と判断し、通常調査では、既設排水路の水位を目視確認することとした。

具体的には、既設排水路水位の基準水位を設定し、目視した水位がこれを下回っていないことを確認する。この基準水位は、既設排水路における事業実施中(緩衝帯設置後)の最低水位

とし、目印としてプラスチック杭を設置し、杭頭標高を基準水位に合わせた(図-10)。既設排水路の水位が杭頭(基準水位)より低くなる場合は、湿原地下水位が事業実施中に観測されなかったレベルまで低下したと判断し、自然再生協議会に報告のうえ、次の段階の臨時調査に移行する計画とした。

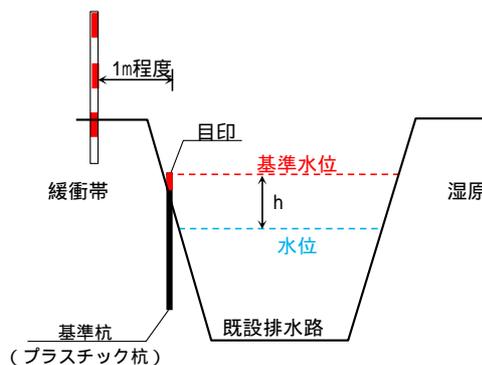


図-10 基準水位概要図

b) 臨時調査

既設排水路の水位が基準水位を下回る場合の臨時調査では、湿原地下水位の低下要因が、気象条件によるものか、あるいは地下水位の変動機構の変化(緩衝帯機能低下)によるのかを評価する計画とした。この方法として、泥炭地における地下水位変動タンクモデル⁵⁾を適用した。当該モデルは、降水量の入力により地下水位を算出する数理モデルであり、各緩衝帯における長年の観測データがあることから適用が可能となった。タンクモデルの作成にあたっては、事業完了後、地元を引き継ぐことを踏まえ、市販の表計算ソフトウェア(エクセル)を用いた。当該モデルによる評価方法を以下に示す。

- ① 降水量、日照時間等の気象条件の入力を行うと既設排水路の水位変動を自動で計算(再現)して、図表で表示する。
- ② 当該計算値と実測値の誤差が規定の値より小さい場合は、既設排水路水位(湿原地下水位)の変動機構に物理的な変化はなく、水位の低下は主に気象条件の違いに起因すると評価する。

③ 一方で、誤差が規定の値を上回る場合は、既設排水路の堰止めや緩衝帯の崩落等、水位の変動機構が変化している可能性があるとして判定する。なお、判定の基準とする許容誤差は、モデル作成に使用した事業実施中の実測水位とモデル計算水位の誤差（相対誤差）が最大18%だったことを踏まえ、±20%とした。

2) 植生調査

a) 通常調査

湿原の地下水環境の変化は、長期的に植生の変化として現れる。すなわち、植生を把握することは湿原地下水水位の変動機構の変化を判定する目安となる。

事業実施中のモニタリングでは牧草地から湿原にかけて、横断的にコドラート（2m×2mの方形区）を設け、植物種や優占度の把握を行った。同様の調査を事業完了後も行うことは技術的、経済的に難しく、より容易で確実な方法が求められた。

サロベツ湿原では、湿原の乾燥化に伴うササの侵入が問題となっており、ササが湿原乾燥化の指標とされていた。緩衝帯周辺の湿原でササの範囲が拡大している場合は、緩衝帯の機能が損なわれ、湿原地下水水位が低下している可能性がある。

ササは形状が特徴的で専門家でなくても判別が容易であることから、通常調査ではササの有無・拡大を監視し、ササの侵入や増加が認められた場合は、自然再生協議会に報告のうえ、次の段階の臨時調査に移行する計画とした。

b) 臨時調査

緩衝帯およびその周辺の湿原でササの侵入や増加が認められた場合の臨時調査では、ササの増加傾向を評価することとした。ササの侵入範囲や稈数を3年間継続して観測し、増加傾向が認められない場合は、通常調査へ移行する計画

とした。一方で、ササの増加傾向が認められる場合は、引き続き臨時調査を継続する計画とした。

(3) 沈砂池の維持管理方法

沈砂池は、事業実施中のモニタリング調査から、適切な維持管理（土砂上げ）によって、その機能が維持されることが確認された。地元が沈砂池の維持管理（土砂上げ）を行うにあたっては、経済的な制約に配慮が必要となる。これには、土砂上げの効率化が重要となる。

事業実施中の実績から沈砂池ごとの土砂堆積の特徴を把握し、これをもとに沈砂池の機能維持に有効な土砂上げの方法を計画した。

事業実施中のモニタリングでは、全く土砂の溜まらない沈砂池はなく、いずれの沈砂池も土砂の捕捉機能を発揮していた。しかし、堆砂量は沈砂池ごとに異なり、堆砂の速度や量も一様ではなかった。例えば、全22箇所のうち、堆砂量の大きい上位6位の沈砂池だけで、事業実施中の堆砂量の67%を占めていた（表-4）。

表-4 既往最大堆砂量とその割合

No.	排水路名	流域面積 (km ²)	既往最大 堆砂量 (m ³)	全既往最大 堆砂量に占める 既往最大値の 割合 = / × 100 (%)	累加割合 (%)
1	落合南	4.8	385	19.3	19.3
2	円山	3.6	302	15.1	34.4
3	芦川	4.7	186	9.3	43.7
4	徳満	10.8	164	8.2	51.9
5	兜沼東	3.0	161	8.1	60.0
6	清明第1号	4.6	142	7.1	67.1
7	豊栄第3号	2.3	77	3.8	70.9
8	開源	10.5	75	3.7	74.6
9	十一幹線	8.6	67	3.3	77.9
10	豊里第1号	1.1	67	3.3	81.2
11	落合北	4.6	65	3.2	84.4
12	阿沙流	4.1	64	3.2	87.6
13	豊栄第1号	1.4	61	3.0	90.6
14	豊栄第4号	2.4	36	1.8	92.4
15	新生	3.2	33	1.7	94.1
16	豊里第2号	1.5	29	1.5	95.6
17	豊里第3号	1.5	21	1.0	96.6
18	豊栄第2号	1.6	20	1.0	97.6
19	豊徳	2.6	18	0.9	98.5
20	落合東	3.2	17	0.9	99.4
21	清明第2号	0.5	11	0.6	100.0
22	西豊富	1.1	1	0.0	100.0
合計		54.8	2,001	100.0	

事業実施中に沈砂池に堆積した最大の土砂量

沈砂池ごとの堆砂の特徴を踏まえ、流出土砂の抑制機能の順位付けとグループ分けを行い、各グループで異なる維持管理レベルを設定した。まず、事業期間中の堆砂量が100m³を超えて、かつ2～3年で施設容量に達するもの（図－6参照）をグループ1として、これらは、3年ローテーションで定期的に土砂上げ（維持管理）を行う計画とした。その他はグループ2として、1回/年の目視調査で施設容量程度まで堆砂が認められる場合に土砂上げを行う計画とした。

維持管理レベルを分けて、特に土砂捕捉効果の大きい沈砂池の土砂上げをローテーションで管理することは、年間の土砂上げ箇所数が一定（3箇所程度/年）となり、その予算管理を容易とする。さらに、堆積土砂量の多い沈砂池を定期的に土砂上げすることは、経済的な制約のある中で、流出土砂の負荷軽減の費用対効果の向上に有効となる。

(4) 維持管理方法の合意形成

これまで述べた事業完了後の維持管理方法は、地元、学識経験者および北海道開発局の間で協議が重ねられるとともに維持管理方法の現地実証（写真－3、写真－4）などを含めて試行錯誤が繰り返された。これらの努力の積み重ねを経て、活発な意見や提案が交わされ、地元の当事者意識が高まったことが、維持管理方法の合意形成に繋がったと考える。



写真－3 合同現地実証状況（沈砂池）



写真－4 合同現地実証後の会議状況

5. まとめ

本報では、自然再生事業に係わり、サロベツ地区で整備された環境配慮施設について、事業完了後の地元による維持管理の課題とその対応策を紹介した。

環境配慮施設は、営農に直接係わる施設ではないため、用水路、排水路等の農業水利施設に比較して、維持管理への積極的な参加が得られにくい。加えて、その維持管理の継続にあたっては、要員や専門技術の確保に制約があり、また経済性と精度確保の両立が課題であった。これらの課題に対し、本業務では下記の検討と対応を行った。

- ① 事業実施中のモニタリング結果にもとづき、環境配慮施設の機能を定量評価し、地元（維持管理者）へ説明を行った。
- ② 緩衝帯区域は、通常調査と臨時調査を状況に応じて段階的に行う計画とし、省労力と低コストの両立を図った。
- ③ 臨時調査の地下水位分析では、市販の表計算ソフト（エクセル）を用いて、地下水位変動機構の定量評価が容易に行える機能を構築した。
- ④ 沈砂池は、その堆砂特性を踏まえたグループ分けを行い、環境負荷軽減（土砂流出防止）に特に重要な沈砂池を定期的に土砂上げするローテーション管理計画とした。

サロベツ地区は2020年度に完了し、翌年の2021年度から地元による環境配慮施設の維持管理が行われている。同年6月に開催された第20回再生協議会では、地元（豊富町、サロベツ農事連絡会議）による

モニタリング結果の報告が行われた。現在、緩衝帯と沈砂池の機能低下は確認されず、事業実施中と変わらない機能の維持が確認されている。

謝 辞

このたび、本報に係る業務のご発注により貴重な経験の場をご提供下さいました北海道開発局稚内開発建設部、事業関係者である豊富町、サロベツ農事連絡会議、国営農地防災事業検討委員会の関係各位に厚く御礼申し上げます。

最後に、本稿発表の機会をくださいました北海道土地改良設計技術協会各位に感謝申し上げます。

(株)アルファ技研 設計グループ 主任技師 (技術士)

(株)アルファ技研 資源計画グループ 課長 (技術士)

【引用文献】

- 1) 国土交通省北海道開発局稚内開発建設部稚内農務事務所：国営総合農地防災事業サロベツ地区 平成19年度～令和2年度 農地防災技術資料～農業と湿原の共生を目指して～，pp. 29-30 (2020)
- 2) 上サロベツ自然再生協議会：上サロベツ自然再生全体構想，p. 6 (2006)
- 3) 豊富町，サロベツ農事連絡会議，国土交通省北海道開発局稚内開発建設部：上サロベツ自然再生事業 農業と湿原の共生に向けた自然再生実施計画書 (緩衝帯・沈砂池)，pp. 2～3 (2006)
- 4) 松田俊之，岡田忠信，五味慎太郎，幸口岳，土谷貴宏，阿部良平：サロベツ地区泥炭地における「緩衝帯」の合意形成，農業農村工学会誌 第84巻 第5号，pp. 395～398 (2016)
- 5) 井上京，梅田安治：泥炭地の地下水位変動の長期評価，第42回農業土木学会北海道支部研究発表会講演要旨集，pp. 92～97 (1993)