

## 12.5 大規模畑作地帯における排水施設の機能診断に関する研究

研究予算：運営費交付金（一般勘定）

研究期間：平 23～平 26

担当チーム：寒地農業基盤研究グループ（水利基盤チーム）

技術開発調整監付（寒地技術推進室）

研究担当者：中村和正、佐藤智、金田敏和、細川博明、

長畑昌弘、平吉昭、幸田勝

### 【要旨】

寒冷地では、安定した農業生産にとって排水機能の維持が不可欠である。本研究では、気候変動による降水量の増加などの環境変化の下でも排水施設を適切に維持できる技術を開発する。平成 23 年度の研究成果は次のとおりである。

北海道内の明渠排水路を対象とした過去の機能診断結果を用いて、北海道でよく用いられる形式の排水路の性能低下について、要因分析や単一劣化曲線モデルの適用を試みた。要因分析では、収集した性能低下事例を反映させて、排水路の形式毎の性能低下とその要因として考え得るプロセスを図化した。また、単一劣化曲線モデルの適用性検討では、連結ブロック型や積ブロック型の排水路の性能低下がこのモデルで表現できることがわかった。今後は、性能低下のプロセスを考慮した性能低下予測手法の検討が必要である。

キーワード：畑地、排水施設、維持管理、機能診断

### 1. はじめに

農地の排水対策は、国の定めた食料・農業・農村基本計画<sup>1)</sup>において、食料の安定生産のために推進の必要な事項であると位置づけられている。

寒冷地の畑地における排水対策は、(1)過剰な土壌水分の排除のほか、(2)融雪の促進による農耕期間の確保、(3)地温上昇による作物生育の促進、(4)土壌凍結の軽減による表土流失の抑制など、作物栽培にとって不可欠な効果をもたらす。それゆえ、国内の典型的な大規模畑作地帯を有する北海道では排水施設の整備が必須であり、1960 年代から 80 年代にかけて国営の排水路整備が盛んに実施された。現在までの整備延長はのべ約 4 千 km に及んでおり、今後は適切な維持管理を行っていく必要がある。

現在（平成 23 年度）のところ、排水路の機能診断は、農業水利施設の機能保全の手引き「開水路」<sup>2)</sup>（以下、手引きと略記する）を主に用いて行われる。手引きでは、国内で一般的な形式の開水路に関する記述はあるが、地域性のある水路形式やそこでの性能低下要因については詳述されていない。このため、本研究において北海道の大規模畑作地帯を調査フィールドとして、排水路の保安全管理に必要な機能診断方法の検討を行うこととした。

平成 23 年度は北海道内の明渠排水路の機能診断結果を用いて、北海道でよく用いられる形式の排水路の性能低下について、要因分析や単一劣化曲線モデルの適用を試みた。

### 2. 明渠排水路の機能低下要因の分析

#### 2.1 方法

##### 2.1.1 機能診断データの収集およびデータベース化

機能診断データの収集は、北海道内の大規模畑作地帯である十勝地域と網走地域の基幹的な明渠排水路を整備した地区から、施工時期や形式が様々なものを含むように選定した。十勝地域では 19 地区（23 条の排水路、4 基の落差工）、網走地域では 12 地区（28 条の排水路、7 基の落差工）を対象とした。施工時期は昭和 30 年代から近年までにわたり、排水路の形式は連結ブロック型（26 条）、積ブロック型（7 条）、鋼矢板型（5 条）、コンクリート柵渠型（8 条）の 4 種類である。なお、4 種類の合計が 46 条となり、選定した路線数の 51 条と一致しないのは、落差工のみをデータ収集の対象とした路線があることと同一路線で複数の形式をデータ収集の対象とした路線があることによるものである。収集したデータは路線毎に表-1 の項目によりデータベース化した。

表-1 データベースの項目

諸 元	評価区分	劣化状況
・畑地帯or牧草地帯 ・施設の経過年数 ・受益面積 ・護岸形式	健全度(S1-S5) <sup>※</sup>	部位・要因 写真

※S5：対策不要, S4：要観察, S3：補修, S2：補強, S1：改築

2.1.2 性能低下要因の想定と現場データとの対比

手引き<sup>3)</sup>では、「鉄筋コンクリート開水路」と「無筋コンクリート開水路及びその他開水路」に対して、性能低下とその要因が図示されている。これらを参考に、4種類の排水路形式と落差工の性能低下とその要因として考え得るプロセスを図化した。得られた図と、収集した機能診断データに含まれる性能低下事例を対比して、図に不足していた性能低下と要因を補足した。

2.1.3 単一劣化曲線モデルの検討

収集した機能診断データを用いて、施設の経過年数と健全度の関係を4種類の排水路形式と落差工ごとに整理し、手引き<sup>4)</sup>に示される「鉄筋コンクリート開水路」の単一劣化曲線モデルと比較した。

2.2 結果

2.2.1 収集データから得られた性能低下の要因

排水路の各形式および落差工の機能診断データから得られた性能低下とその要因となるプロセスを図1(1)~(5)に示す。また、性能低下の要因を以下のとおり整理した。

(1) 連結ブロック型排水路

流水の水面変動や背面地盤の地下水位の影響による法面の変形や崩壊、コンクリートブロックのズレ、剥がれ、水路底の洗掘、堆砂による底面上昇により排水

路の性能低下を生じることが多い。最上段に記している変状の要因の中の「法面の変状」や「水路底面の変状」や、2段目の変状の現象の中の「含銅線の劣化・損傷」が含まれていることが特徴的である<sup>5)</sup>。

(2) 積ブロック型排水路

ブロック自体の安定性により水路断面を維持しているため、基礎地盤の沈下や背面地盤・法面の崩壊・陥没による変形、傾き、崩落が発生することが多い。最上段に記している変状の要因の中の「側壁の変状」や「水路底面の変状」が含まれていることが特徴的である。

(3) 鋼矢板型排水路

鋼矢板の腐食および軟弱地盤であることや地下水位の変動に起因する不同沈下やはらみ、ズレ、傾倒が発生している。最上段に記している変状の要因の中の「側壁の変状」や「水路底面の変状」、2段目の変状現象の中の「鋼矢板の腐食」が含まれていることが特徴的である。

(4) コンクリート柵渠型排水路

親杭(H鋼)の腐食やコンクリート板の劣化が発生している。また、軟弱地盤や地下水位の変動に起因する不同沈下やH鋼やコンクリート板のはらみ、ズレ、傾倒が発生することが多い。最上段に記している変状の要因の中の「側壁の変状」や「水路底面の変状」、2段目の変状現象の中の「親杭(H鋼)の腐食」が含まれていることが特徴的である。

(5) 落差工

落差工の形式である重力式、もたれ式は、自重により背面土圧に抵抗する形式の水路であり、軟弱地盤や背面土の空洞化、土圧の増大、地下水位の上昇、凍上の影響による転倒や変形の発生することが多い。

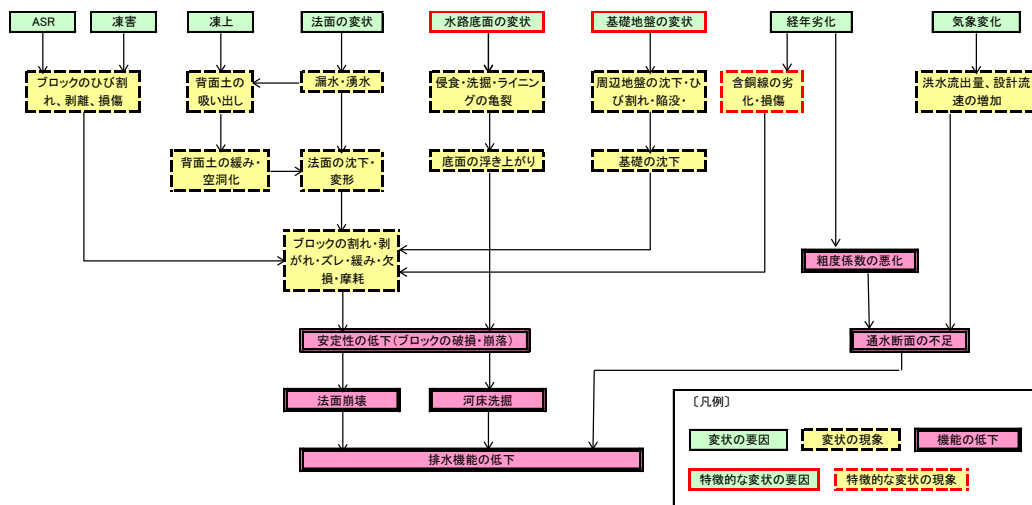


図-1(1) 性能低下とその要因 (連結ブロック型)

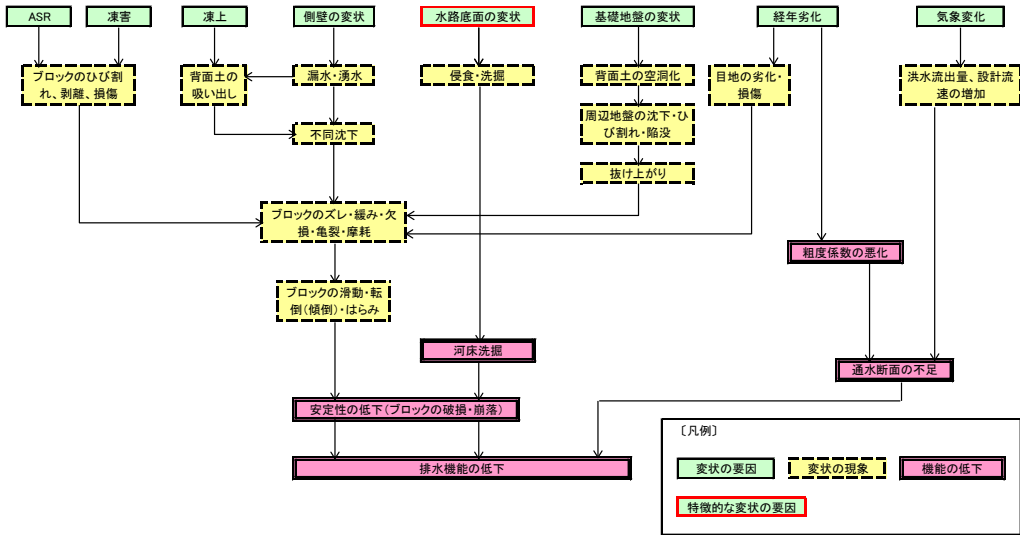


図-1(2) 性能低下とその要因 (積ブロック型)

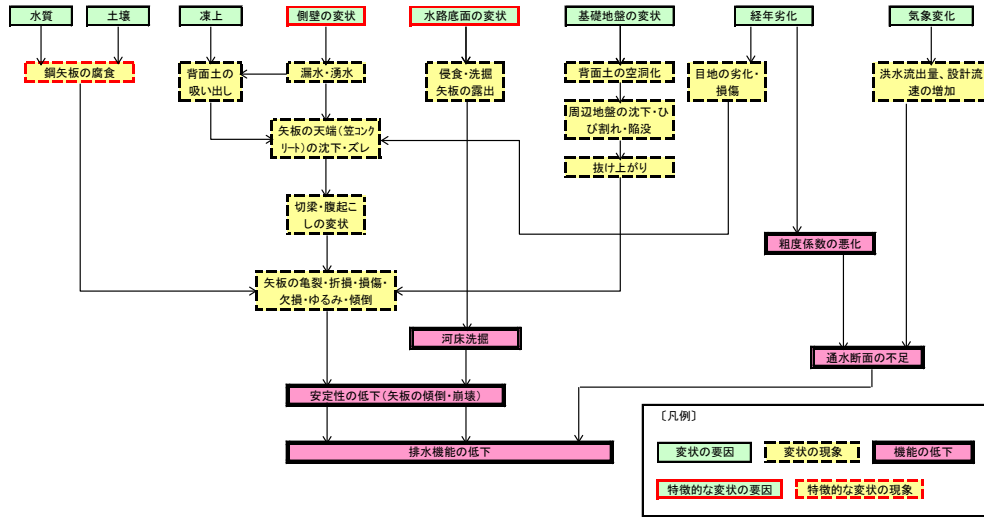


図-1(3) 性能低下とその要因 (鋼矢板型)

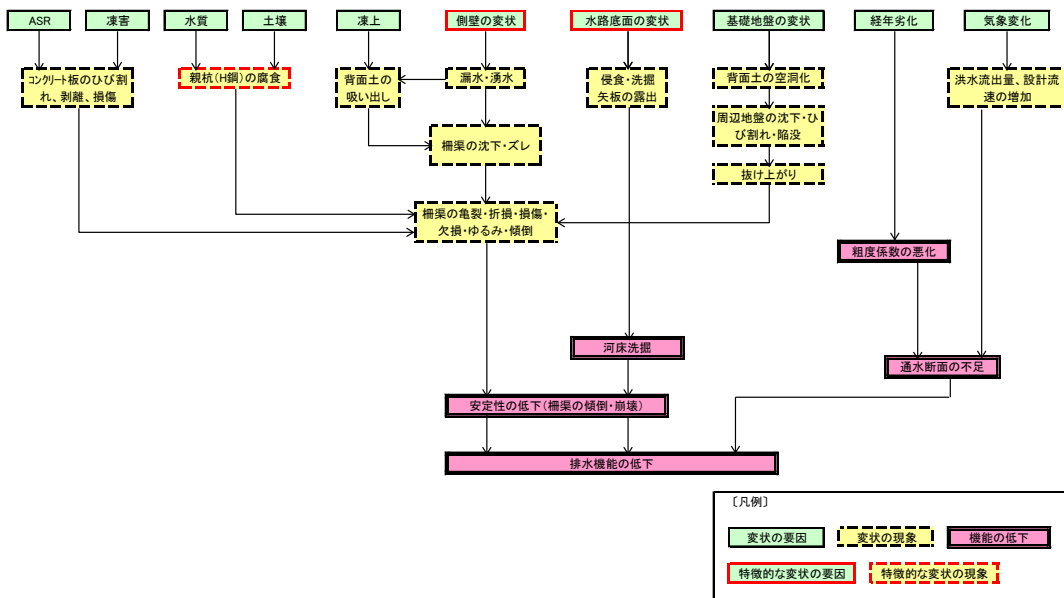


図-1(4) 性能低下とその要因 (コンクリート柵渠型)

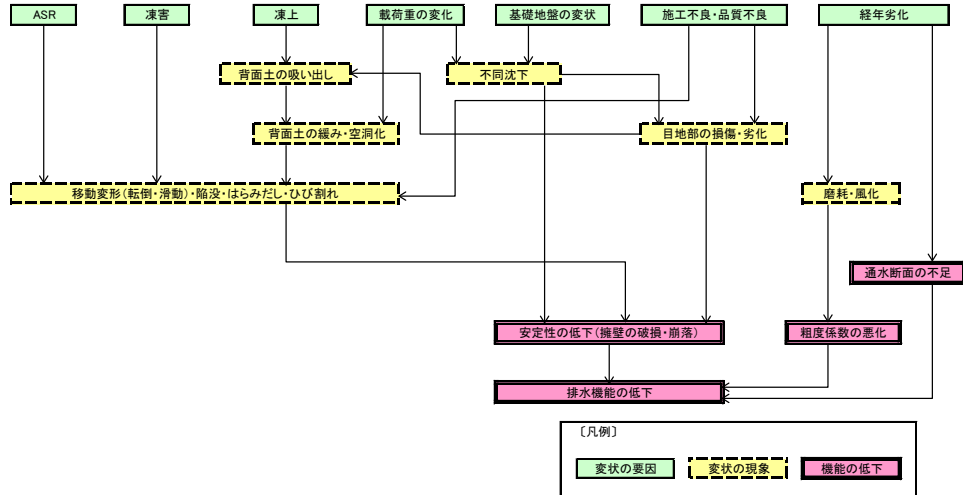


図-1(5) 性能低下とその要因(落差工)

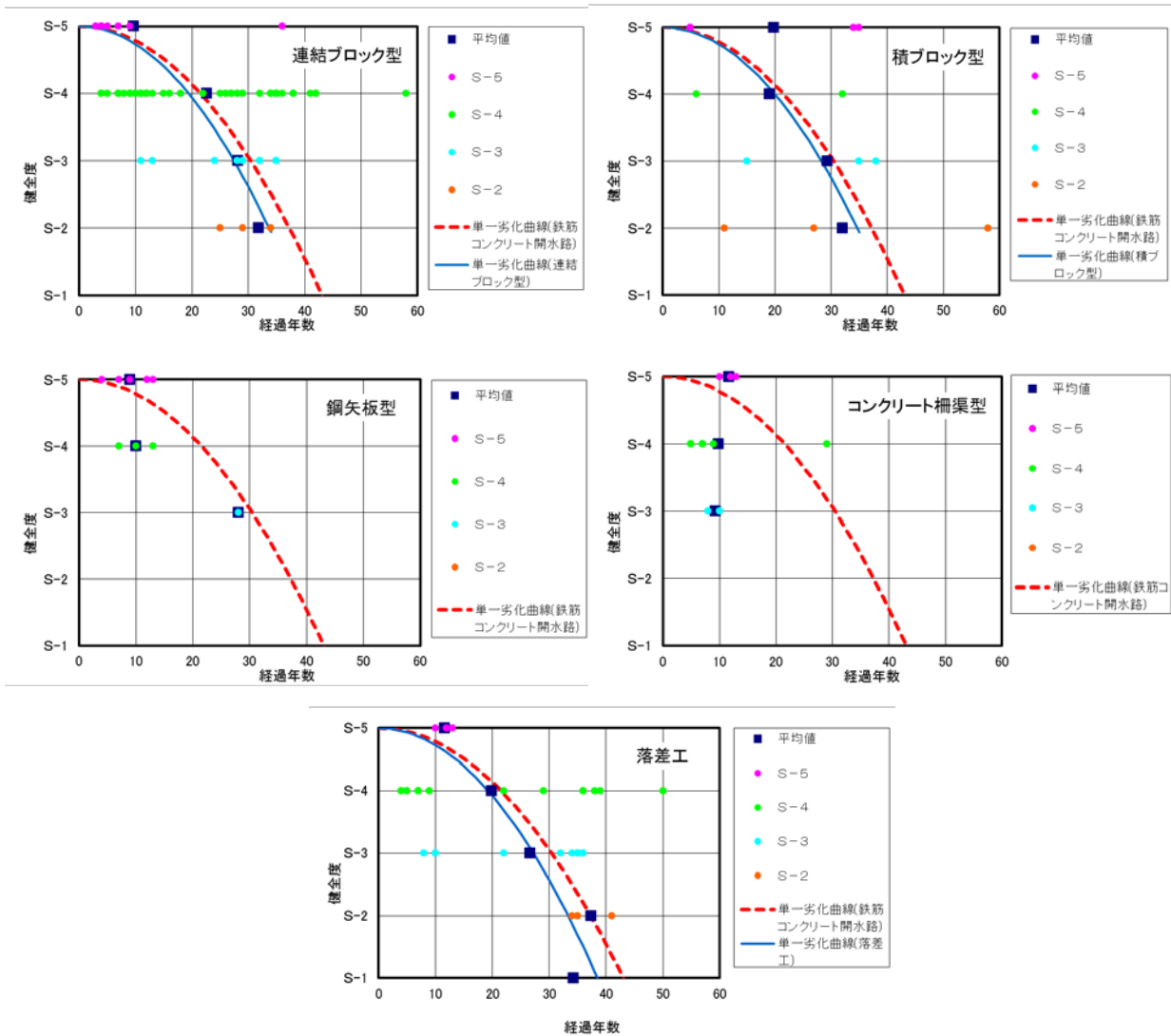


図-2 施設の経過年数と健全度の関係

### 2.2.2 排水路の性能低下における単一劣化曲線モデルの適用<sup>4)</sup>

収集した機能診断データから、近似した単一劣化曲線の例を図-2に示す。これは各健全度の平均経過年数に対して、手引き<sup>4)</sup>に示される2次関数による回帰計算の式を当てはめたものである。図中には、手引きに示されている鉄筋コンクリート開水路を対象とした劣化曲線も合わせて示した。連結ブロック型、積ブロック型、落差工では、単一劣化曲線で示すことが可能であると考えられた。なお、これらの劣化曲線は手引き<sup>4)</sup>に示す鉄筋コンクリート開水路のものに近いところに位置した。鋼矢板型とコンクリート柵渠型では、データ数が少ないこともあり、単一劣化曲線を設定できるかどうかは判然としなかった。

### 2.3 考察と今後の方向

灌漑用水を耕地へ供給する用水路と過剰な水を排除する排水路とは性能低下の進み方が異なる。すなわち、用水路では経時的に進行するのに対し、排水路では大雨による大きな流出で急激に進行するものもある。このため、単一劣化曲線モデルを単純に適用することは適切ではない。ある部位の性能低下が進んでいて、次の洪水でその部位に起因する性能低下の進行が懸念されるなら、予防保全的手当も有効と考えられる。それゆえ、図-1のような性能低下とその要因の流れの各矢印が何をきっかけに進むかを詳細に想定して、性能低下予測を行う必要がある。また、このとき、大きな流出の頻度が高まっているか否かも重要な情報であり、水文学的な面からの要求性能の変化の有無も反映した機能保全手法が必要である。今後はこれらの方向で検討を進めたい。

### 3. 明渠排水路の機能評価手法の試案作成

構造機能の診断に関わる項目について、機能評価手法の試案を作成した。目次構成は以下のとおりとした。

- 第1章 対象施設（適用範囲）
- 第2章 性能低下の要因と予測
- 第3章 性能低下した排水路の対策工法

### 第4章 機能診断データの保存と活用

今後、2.で検討している性能低下の要因分析結果を反映させて、「性能低下予測」の内容を充実させる。また、水理機能に関わる項目についての記述を加える。

### 4. まとめ

北海道内の明渠排水路の機能診断結果を用いて、連結ブロック型、積ブロック型、鋼矢板型、コンクリート柵渠型の形式と落差工のそれぞれの性能低下について、要因分析や単一劣化曲線モデルの適用を試みた。要因分析では、収集した性能低下事例を反映させて、排水路の形式毎の性能低下とその要因として考え得るプロセス図を作成した。また、単一劣化曲線モデルの適用性検討では、連結ブロック型や積ブロック型の排水路および落差工の性能低下がこのモデルで表現できることがわかった。排水路の性能低下には、経過年数の増に伴うものと大きな流出時に急速に進行するものがある。それゆえ性能低下予測においては、単一劣化曲線の利用だけでなく、図-1のような因果関係を反映させた予測を行う必要がある。今後、一部の排水路では2回目の機能診断が行われる予定であり、それらの結果も活用して性能低下予測手法の検討を深めたい。

本研究を進めるに当たり、北海道開発局から貴重なデータの提供を受けた。関係各位に深く感謝申し上げる。

### 参考文献

- 1) 食料・農業・農村基本計画、2010
- 2) 食料・農業・農村政策審議会農業農村振興整備部会技術小委員会：農業水利施設の機能保全の手引き「開水路」、2010年6月
- 3) 2)と同じ、pp.12,14
- 4) 2)と同じ、p.59
- 5) 中村和正・佐藤智・金田敏和・石神暁郎・澤田和男・末永俊雄・林保慎也：北海道の畑作地帯における排水路の性能低下予測に関する一考察、平成24年度農業農村工学会大会講演会（投稿中）

## A STUDY ON THE DIAGNOSIS OF DRAINAGE FUNCTION IN A LARGE-SCALE UPLAND FIELD AREA

**Budgeted** : Grants for operating expenses General account

**Research Period** : FY2011-2014

**Research Team** : Cold-Region Agricultural Development Research Group  
(Irrigation and Drainage Facilities) and Director for  
Cold-Region Technology Development Coordination  
(Cold- Region Technology Promotion Division)

**Author** : NAKAMURA Kazumasa

SATO Satoshi

KANETA Toshikazu

HOSOKAWA Hiroaki

NAGAHATA Masahiro

TAIRA Yoshiaki

KOUDA Masaru

**Abstract** : Maintaining drainage function is essential for stable agricultural production in cold regions. The aim of this study was to develop technologies for the appropriate maintenance of drainage facilities even with changes in environmental conditions such as increased precipitation stemming from climate change. The results obtained in FY 2011 are described below.

Based on the outcomes of past functional diagnosis of open-ditch drainage in Hokkaido, factors contributing to the reduced performance of drainage structure types commonly used in Hokkaido were analyzed, and a quadratic curve-type deterioration forecast model was applied. To analyze the related factors, cases of drainage with degraded performance were examined to produce diagrams of the performance degradation processes for each drainage type and possible causes. Examination of the deterioration forecast model's applicability revealed that it was suitable for simulating the performance degradation of connected-block- and block-masonry-type canals. Further studies are required on a method for predicting performance degradation in consideration of the related processes.

**Keywords** : upland farm, drainage facility , maintenance, functional diagnosis