

12. 環境変化に適合する食料生産基盤への機能強化と

持続性のあるシステムの構築に関する研究

研究期間：平成 23 年度～27 年度

プロジェクトリーダー：寒地農業基盤研究グループ 飯田厚生

研究担当グループ：寒地農業基盤研究グループ（資源保全、水利基盤）、寒地水圏研究グループ（水産土木）

1. 研究の必要性

地球規模の気候変動が予想され、陸域および沖合海域の食料生産の現場では温暖化の影響や海象変化の兆候が具現化してきている。食料生産の現場は自然環境の変化を直接に受けやすく、影響回避のための基盤整備やシステムの変更など対処方法の確立が必要となっている。

特に、広い生産基盤を有し、国内自給の多くを担っている北海道では、既存の食料生産システムの持続が重要な課題であり、事業主体や管理組織、また、農家・漁家などに対しての具体的な技術開発が求められている。

2. 研究の範囲と達成目標

本プロジェクト研究では、陸域の生産基盤システムに関して、気候変化に対応する農業用水管理技術や大規模水田における効率的な灌漑排水技術、大規模畑地帯における排水施設の機能改善技術、海域の生産基盤システムに関して、沖合の物理環境改変による漁場整備技術の開発を研究の範囲とし、以下の達成目標を設定した。

- (1) 積雪寒冷地の資源を活用し、地域の特徴を活かした灌漑・排水技術の提案
- (2) 北方海域の生物生産性向上技術の提案

3. 個別課題の構成

本プロジェクト研究では、上記の目標を達成するため、以下に示す研究課題を設定した。

- (1) 積雪寒冷地における気候変動下の農業用水管理に関する研究（平成 23～27 年度）
- (2) 北方海域の物理環境改変による生物生産性の向上に関する研究（平成 23～27 年度）
- (3) 田畑輪作を行う大区画水田における灌漑排水技術と用水計画手法に関する研究（平成 23～27 年度）
- (4) 地下灌漑を伴う泥炭水田輪作圃場における土壌養分制御技術に関する研究（平成 23～27 年度）
- (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（平成 23～26 年度）

平成 24 年度は上記の 5 課題を実施している。

4. 研究の成果

本プロジェクト研究の個別課題の成果は、以下の個別論文に示すとおりである。なお、「2. 研究の範囲と達成目標」に示した達成目標に関して、平成 23～24 年度に実施してきた研究と今後の課題について要約すると以下のとおりである。

(1) 積雪寒冷地の資源を活用し、地域の特徴を活かした灌漑・排水技術の提案

1) 積雪寒冷地における気候変動下の農業用水管理に関する研究では、気候変動を想定して、水資源の有効利用が可能な用水管理技術の開発に取り組み、次のような成果を得た。

- ・ 北海道内の 5 カ所の農業用ダム流域と 12 カ所の河川流域を対象に、入手が容易な流域近傍のアメダスデータから流域の積雪水量を推定する手法を検討した。その結果、流域の積雪水量は、流域近傍の 1～3 地点のアメダスデータで精度良く推定できることがわかった。
- ・ 9 種の気候モデルの予測値を用いて、気候変動が農業用水の供給に与える影響を検討した。その結果、山地の

12. 環境変化に適合する食料生産基盤への機能強化と持続性のあるシステム構築に関する研究

融雪時期の早期化や水源河川における融雪期～灌漑期の総流入量の減少が予測された。さらに流域の平均標高が低いほど、融雪の早期化が大きいことがわかった。

- ・ 気象条件の短期的な変化が水需要に与える影響については、2カ年にわたって圃場水管理を調査した。このデータは、今後の圃場データと合わせて、気候変動で生じる渇水年における節水型の配水管理を行うのに有用な、数日先の水需要予測のためのモデル化に利用する。
 - ・ 農業水利施設での水温上昇機能評価のために、広幅水路における水温変化の推定モデルを検証した。このモデルを用いて、多様な気象条件における水温上昇パターンを再現した。
- 2) 田畑輪作を行う大区画水田における灌漑排水技術と用水計画手法に関する研究では、地下水位制御システムを有する大区画水田圃場における効率的な灌漑排水技術の開発に取り組み、次のような成果を得た。
- ・ 大区画水田圃場においても、地下灌漑によって均一的な圃場内配水が可能であることを実測により検証した。その際、地下水位や湛水位などの観測結果を基に、移植栽培と湛水直播栽培について圃場全体への用水の到達状況や生育期別の用水量、取水強度などの用水需要特性を整理した。
 - ・ この用水需要特性を反映させた配水シミュレーションを行い、湛水直播栽培における生育初期の水管理など、取水強度が大きくなる取水作業が同一配水系内で集中して行われた場合における配水管理上の課題を明らかにした。
 - ・ 圃場湛水と暗渠排水の水質調査を行った。その結果、圃場の表面湛水部では、湛水開始直後と生育後期において全窒素および全リンの濃度が一時的に高くなる傾向が見られたが、水閘開放時の暗渠排水は比較的濃度が低いことがわかった。
- 3) 地下灌漑を伴う泥炭水田輪作圃場における土壌養分制御技術に関する研究では、良食味米生産を可能とし、圃場外への養分流出の少ない、地下灌漑による土壌養分制御技術の開発に取り組み、次のような成果を得た。
- ・ 地下灌漑施設の機能を活用して、地下水位を上下させることにより根群域の土層を酸化状態にして、土層中のアンモニア態窒素を硝酸態化して洗脱する低タンパク米対策水管理試験を実施している。この試験は、泥炭が厚く堆積している4枚の大区画水田輪作圃場において、一定の間隔で給水と排水を複数回繰り返す地下水位制御手法で、これまで2日給水・1日落水と2日給水・2日落水の2パターンの試験を実施している。
 - ・ このとき圃場内地下水位の挙動は、暗渠の近傍では設定した水位まで変動していたが、暗渠と暗渠の間には地下水位が十分に制御されていないことが確認できた。そのため、通常の水管理による比較対象区に対して、硝酸態窒素の減少とタンパク含有率の低下傾向は確認されたものの、圃場全体で均一に土層の還元状態が解消されるまでには至らず、無機態窒素の洗脱が想定したとおり十分には進行していない状況が認められた。
- 4) 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の開発に取り組み、次のような成果を得た。
- ・ 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護岸形式の排水路について護岸形式毎に性能低下の要因を分析し、大規模畑作地域の排水路で特徴的な劣化要因を明らかにした。
 - ・ 明渠排水路の機能診断では、護岸形式毎の構成部材の変状に着目して、材料劣化に基づく健全度の評価が施設全体の健全度の評価と近い結果になることを明らかにした。
 - ・ これをもとに、既往の診断手法を補うため、材料劣化に関する重点的な項目の調査による機能診断手法を明渠排水路の機能評価手法の試案としてまとめた。
- 以上1)～4)について、今後も実証的な観測・試験等のデータを蓄積し、詳細な分析・解析を行い、所期の目標に向かって各研究を進める予定である。

(2) 北方海域の生物生産性向上技術の提案

北方海域の物理環境改変による生物生産性の向上に関する研究では、日本海北部沖合において水産有用種の漁場環境の調査を行い、基礎生産構造や生物生息環境の評価を行っている。

- ・ 成層化した夏季には、表層で栄養塩が枯渇し基礎生産が抑制され、表層混合層直下に基礎生産のピークが見られた。秋季では表層冷却による栄養塩の増大が期待されたが、対馬暖流に伴う水温上昇により基礎生産が夏季以下に低下した。

12. 環境変化に適合する食料生産基盤への機能強化と持続性のあるシステム構築に関する研究

- 冬季には暖流の影響が弱まり、表層冷却による鉛直混合が生じて貧栄養状態の解消が確認できた。しかし、植物プランクトンの光合成速度が小さく、細胞数の絶対量も少ないため、基礎生産は低位である。
- 春季には全天日射量の増大に伴いブルームが発生し、冷却による循環によって底層からの栄養塩が供給され基礎生産が持続する。やがて表層冷却が弱まると表層の成層化と栄養塩の枯渇が進行し、夏季へと移行することがわかった。

以上により周年の基礎生産構造を解明することができた。今後、効果的な事業推進に向けた技術的提案を行い、北方海域の生物生産性の向上を図るための漁場整備に必要な技術開発を進めていく予定である。

A STUDY ON FUNCTIONAL STRENGTHENING OF FOOD SUPPLY INFRASTRUCTURE IN LINE WITH ENVIRONMENTAL CHANGE AND ESTABLISHMENT OF A SUSTAINABLE SYSTEM

Research Period: FY 2011 - 2015

Project Leader: Director of Cold-Region Agricultural Development Research Group
IIDA Atsuo

Research Group: Cold-Region Agricultural Development Research Group (Rural Resources Conservation, Irrigation and Drainage Facilities)
Cold-Region Hydraulic and Aquatic Environment Engineering Research Group (Fisheries Engineering)

Abstract: Climate change is expected to progress worldwide, and the effects of global warming as well as signs of changes in hydrographic conditions are seen today in food production areas both on land and in offshore seas. Food production areas are susceptible to the direct effects of natural environmental changes, making it necessary to establish countermeasures such as the development of infrastructure to avoid these effects and system changes.

This research project addresses the development of technologies related to land-based production infrastructure systems that enable agricultural water management in response to climate change, efficient irrigation and drainage for large paddy fields, improvement in the function of drainage systems in large upland farming areas, and technologies related to production infrastructure systems in marine areas to support fishing ground improvement by modifying offshore physical environments.

The research activities implemented in FY 2011—2012 are outlined below.

- (1) Proposal of irrigation and drainage technologies leveraging resources in cold snowy regions and local characteristics
 - 1) In a study on agricultural water management in cold snowy regions affected by climate change, investigation and analysis were carried out to examine a technique for estimating the water equivalent of snow cover in agricultural dam basins using local AMEDAS data. The aims were to evaluate the function of increasing water temperature in facilities and fields where agricultural water is used, and to clarify the effects of climate change on water use in river systems based on values predicted with a climate model.
 - 2) A study on irrigation and drainage technologies for large paddy field plots where rice and upland crops are grown in rotation and on techniques for irrigation planning and groundwater level control using subsurface irrigation was discussed, and the quality of water discharged from fields was surveyed.
 - 3) A study on technology for soil nutrient control in peaty paddy fields involving subsurface irrigation was conducted and the dynamics of soil nutrients and moisture were clarified in preparation for the production of low-protein rice.
 - 4) A study on the diagnosis of drainage function in large-scale upland field areas, performance degradation processes for different drainage structure types and possible causes was conducted.
- (2) Proposal of technologies for improving biological productivity in northern waters

In a study on the improvement of biological productivity by means of modifying physical environments in northern waters, environments of fishing grounds for marketable marine species offshore in northern parts of the Sea of Japan were surveyed in each season to clarify the basic structure of fisheries production and related habitats.

Keywords: climate change, groundwater level control, performance diagnosis, primary productivity, fertilization