

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) 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）
- (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（平成 23～27 年度）
- (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（平成 23～26 年度）
- (5) 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）

平成 25 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 23～25 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。

- ・ 北海道内の農業用ダム流域の積雪水量を近傍の複数のアメダスデータで推定する手法を開発した。
- ・ 空知地域・上川地域のそれぞれで、複数の水利施設を有する支流域を対象とし、将来の 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需要と供給に与える影響を明らかにした。
- ・ 将来、頻度が高まると想定される渇水条件下で、水田の水温・地温を低下させないための圃場水管理方法をシ

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

ミュレーションにより検討し、湛水深を深めに保つことが有効であることを検証した。

- ・ 気候変動下における融雪期の貯水池管理と灌漑期間中の貯水池管理・送水管理の方針を決定するために必要な手順の概要を示した。
- 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。
- ・ 地下灌漑システムが整備された大区画水田において、地下水位や湛水位などの観測結果を基に、地下灌漑による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明らかにした。
 - ・ 圃場の水需要特性を反映させた配水シミュレーションを行い、水田への安定した用水供給のための配水管理技術を提案した。
 - ・ 水質負荷の流出抑制に配慮した圃場水管理手法の開発を目的として、圃場湛水と暗渠排水の水質調査を行った。地表排水量と暗渠排水量を用いて計算した全窒素の排出負荷量から、栽培方式や水管理方式の違いによる負荷流出の状況が異なることを事例的に示した。
- 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、良食味米生産を目標として、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。
- ・ 水稻の登熟期に2日間地表付近まで地下水を上げ、2日間落水する操作を5回繰り返すことによって、根群域の無機態窒素の洗脱を狙った米の食味向上に資する低タンパク米対策水管理を試験した。
 - ・ 上記地下水位制御を行った圃場では、行わなかった圃場に比べ、根群域の硝酸態窒素が減少する傾向があることを確認できた。
 - ・ この地下水位制御を行った水田の水稻の米粒中のタンパク含量は、地下水位制御を行わなかった圃場に比べて低下する傾向が認められ、泥炭水田における低タンパクの良食味米生産の可能性が示された。
 - ・ 地下水位の上昇・下降パターンと土中の無機態窒素の動態の関係を解明し、評価する室内試験法を確立した。
 - ・ この室内試験により、地下灌漑水を2日間排水し、1日間給水する地下水位制御パターンが稲の根群域の無機態窒素を洗脱するのに効果的なことを明らかにした。
- 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とその要因を分析した。
 - ・ 明渠排水路の護岸形式毎の構成部材の変状に着目して、明渠排水路の機能評価手法の試案を作成した。
 - ・ 連節ブロック型排水路を対象として、試案に則って現地で機能診断を実施して、試案の適用性評価と運用上の課題抽出を行い、健全度指標の改良を行った。
- 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。

- ・ 四季の現地観測を行い、夏季は成層化して表層で栄養塩の枯渇があり、秋季は対馬暖流の影響による水温上昇で基礎生産量が夏季以下となった。冬季は表層冷却による鉛直混合により貧栄養状態は解消、植物プランクトンの活性が低く基礎生産は低位であった。春季は日射の増加よりブルームが発生し、表層で消費された栄養塩も表層冷却による鉛直混合で供給されるため、高い基礎生産が持続することがわかった。
- ・ 現地培養試験などで低次生態系モデルに使用される生物パラメータを取得し、春期ブルームの夜間鉛直混合の効果、融雪出水の効果、栄養塩が枯渇する時期に硝酸塩の供給効果について試算し、当海域の基礎生産のポテンシャルを示すことができた。
- ・ 四季の現地観測結果から水塊構造の周年の変動やその特徴を基に、海洋モデルを用いた物理環境（水温、塩分や流況）の現況再現を行い、この再現性を確認した。

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

今後は、餌料環境に関する現地調査を行い、北方海域における生物生産性向上効果の把握に関する技術手法の構築に係る研究を行う予定である。

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—2013 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, a method was developed for estimating snow water equivalent in catchment basins from multiple data collected in nearby areas by AMeDAS (Automated Meteorological Data Acquisition System) data, and the effect of climate change on agricultural water supply and demand was clarified with the use of nine climate models for tributaries in the Sorachi and Kamikawa regions.
 - 2) In a study on irrigation and drainage technologies for large paddy field plots using subsurface irrigation where rice and upland crops are grown in rotation, the characteristics of irrigation water demand were clarified based on observations of groundwater level and submerged field water level, and water distribution management techniques were proposed for the stable supply of irrigation water to paddy fields by simulating the water distribution that reflects the water demand characteristics of paddy fields.
 - 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) In a study on the diagnosis of drainage channel function in large-scale upland field areas, a method for evaluating open-ditch drainage functionality was drafted, and the soundness index of the articulated block drainage canals was revised through the diagnosis of the functionality of the canals onsite to evaluate the applicability of the drafted method.
- (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