

## 2.3. 地球温暖化についてのモニタリング及び将来予測 (地球温暖化が農林水産業に与える影響の評価及び対策技術の開発)

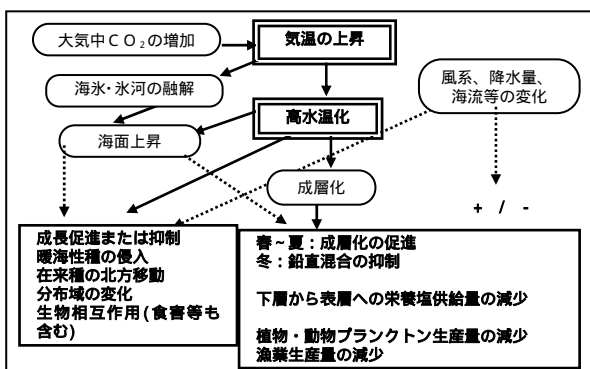
独立行政法人 農業環境技術研究所 地球環境部 今川 俊明 (imagawa@niaes.affrc.go.jp)

### 1. 研究の目的

農林水産業は地球温暖化の大きな影響を受けることが予想されるとともに、温暖化をもたらす温室効果ガスの排出削減目標達成のための総合的な取り組みが求められている。本研究は吸収源を主体とした炭素収支のモニタリング及びモデル化を行い、地球温暖化予測に反映させることを目的とし、陸域と水域を対象に行っている。

陸域では、吸収源としての農耕地や林地を主体とした炭素収支のモニタリングを通じた温室効果ガスの収支とメカニズムの解明、衛星リモートセンシングデータを利用した長期的な植生の純一次生産力のモニタリング、および作物生長モデルを利用した農業生産力の将来予測とその予測結果による温暖化影響のアジア農業への経済的評価をめざしている。

一方、水域では、わが国の周辺海域における魚類資源に対する地球温暖化の影響を予測し評価するためには、海域においてどのような環境変化が予想されるか、その変化によって水域生態系にどのように変化が引き起こされるか、それが魚類生産にどのような影響を与えるか等の検討が必要となる(図1)。そこで、地球温暖化に伴う重要な変化のひとつである水温、海面上昇、風系・降水・海流の変動など物理的環境の変動が生態系に対しどのような影響を与えるかを、代表的な海域における海洋環境の変動及びその影響を直接受ける低次生態系の詳細なモニタリングを通して明らかにすること、また、その成果とモデル開発と組み合わせることで水産業へ与える地球温暖化の影響評価を行うことをめざしている。



### 2. 研究の方法

陸域においては、温暖化のモニタリングでは、水田および自然湿地において微気象的観測手法により、温室効果ガスである CO<sub>2</sub> や CH<sub>4</sub> のフラックスおよび安定同位体比を測定する直接的なモニタリングと、過去 20 年間の気象衛星ノアの AVHRR データの時系列解析を行い、植生の純一次生産力を高精度で推定し、純一次生産力の変化から、環境変化のモニタリングを試みる。また、農業生産力の将来予測では、環境変化に対する作物の応答を組み込んだ作物生産力推定モデルを作成し、地球温暖化による主要作物(コムギ、イネ、ダイズ、トウモロコシ)生産力の面的変動を予測する。そして、その予測結果と JIRCAS 食料需給モデルを適用し、アジア農業への温暖化影響の経済評価について、中期シミュレーションを行う。

水域においては、わが国周辺の代表的な沖合海域として、高い基礎生産力を基礎としてサンマ・いわし類など浮魚類成魚の摂餌海域として重要な親潮域・混合域、サンマ・いわし類などの産卵海域及び稚魚の生育域として日本における魚類生産に大きな影響を与える黒潮域、およびマサバ・スルメイカ・マアジなどの産卵・稚魚の回遊・摂餌海域である対馬暖流域を対象として、海洋環境と合わせて低次生態系に関するモニタリング体制を確立し、各海域における低次生態系に関する総合的なデータベースの構築を図り、海洋環境及び低次生物生産構造の変動特性などを解明するとともに、過去のデータと合わせて地球温暖化の兆候を検討する。

### 3. 研究の成果

#### 3.1 温室効果ガスのモニタリング

水田における温室効果ガスのモニタリングにおいて、安定同位体解析手法により、CH<sub>4</sub> 収支における生成・酸化・大気への放出の構成要素の季節変化を算出し、CH<sub>4</sub> の土壌中での酸化割合は生成量の 33%と見積もった。

#### 3.2 森林の純一次生産力の長期変動モニタリング

高頻度観測衛星の 10 日間合成データの雑音除去手法 LMF の改良版であるカルマンフィルタを併用した結果、20 年間の AVHRR データのノイズ除去が高速化された。そして、この 20 年間で全球植生指数が上昇傾向にあることがわかった。

### 3.3 農業生産力の変動予測

環境変化に対する個葉の光合成応答を生化学的に表すために、Farquhar タイプのモデルと気孔コンダクタンスのモデルを結合し、さらに、水分状態で酵素 Rubisco 活性が変化するようなモデルを作成した。そして、水稻の生長・生産力予測モデルをフェノロジーとバイオマス生産の二つのプロセスを結合して構築し、予測値と圃場実測値を比較した結果、バイオマスの経時変化はほぼ再現できた。

### 3.4 温暖化が世界農業に及ぼす影響の経済的評価

1995 年のアジア国際産業連関表を用いて、温暖化の自国の産業への影響と他国の産業への影響を解析した結果、国によって温暖化の単収への影響はかなり異なった。また、JIRCAS 食料需給モデル分析から、温度が 0.05% 上昇した場合、2025 年までの単収の減少は中国のコムギ、トウモロコシ、タイのトウモロコシで見られ、逆に増加したのは韓国のコメであった。

### 3.5 水域におけるモニタリング体制の確立

親潮域・混合域、黒潮域及び対馬暖流域の各対象海域について、物理環境モニタリングのほか、海域の特性に合わせた低次生態系のモニタリングの設計（観測点・項目の拡充、観測手法・分析手法の統一、各種マニュアルの作成、相互検定による分析精度の向上）を検討し、温暖化シグナルの検出に耐えうる高品質なデータの取得を行う体制を構築した。

### 3.6 水域におけるモニタリングデータ解析

本課題で得られたデータ及び既往データの解析から各海域における長期間の物理・化学・生物要素の季節・経年変動を解析し、地球温暖化が低次生態系に及ぼす影響評価を行った。

親潮域・混合域では、1970 年以降の長期観測データの解析によって、栄養塩濃度の低下に伴う低次生産の減少トレンドを検出し、地球温暖化との関連が示唆される結果が得られた。なお、観測定線データは A-line データとして、ウェブサイト上で公開を開始した。

種多様性の高い黒潮域における植物プランクトン群集の調査及び解析から種組成の季節変動が大きいことを明らかにした。また、黒潮続流域において冬季集中観測を実施し、これまでデータ不足であった同海域における海洋環境・生態系構造を把握した。

対馬暖流域では、動植物プランクトン量と海洋構造（混合層の厚さ等）の長期変動に相関があることを明らかにし、漁業資源変動との関連性が把握された。

## 4. 今後の課題

温室効果ガスの安定同位体比の詳細な観測により、メタンの酸化割合決定における不確実性の解消をめざす。また、温暖化が世界農業へ及ぼす影響の経済的評価では、分析はまだ初期段階にあり、データの検証、精度や長期予測のためのモデル化が課題として残されている。

各調査海域におけるモニタリングを継続し、季節変動など生態系構造の詳細な把握に努め、その変動特性を解明する。

## 5. 成果文献

Sawada, H., et al, 2003; A time-series model using the Kalman filter to satellite data for global change monitoring, Proceedings of ISPRS WG VII/6 on CD-ROM, B-1/pp.1-6.

Okamoto, K. et al, 2004; Changes in productivity of East and South Asian country: regional trends according to climate change, Global Environmental Change in Ocean and on Land, TERRAPUB, 391-399.

Ono, T., et al, 2003; Re-estimation of annual anthropogenic carbon input into North Pacific Intermediate Water, J. Oceanogr, 59, 883-891.

中田 薫、2004；黒潮域のマイワシ餌料プランクトン変動、「海流と生物資源」（杉本隆成編）成山堂書店、201-216

他原著論文 15 編、刊行物 9 編