

24．地球温暖化の影響及びリスクの解明

(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。本研究は地球温暖化に伴う農業、森林及び漁業への影響評価と予測技術を開発することを目的とし、陸域と水域を対象に行っている。

陸域では、地球温暖化によって水稲、果樹、野菜などの農作物や牛・豚・鶏など畜肉の生産力の低下が懸念されている。そこで、気候変動シナリオに基づいたわが国の農作物や畜肉生産の影響予測モデルを開発し、影響・リスクの評価を行い、ハザードマップを作成する。また、林業において温暖化防止のために、どのような森林計画や政策が大気中のCO₂を吸収・固定するために望ましいかを明らかにする。

一方、地球温暖化は気象変動をはじめ海洋環境にも様々な変化を引き起こすと予想されている(「モニタリング及び将来予測」の図1を参照)。そのため、水域においては沖合域低次生態系、沿岸藻場、魚類生産(浮魚類及び養殖魚)を対象に、地球温暖化の影響の評価及び予測するための技術開発をめざす。

2．研究の方法

温暖化がイネに及ぼす影響については、高温不稔を予測するため、開放系大気CO₂増加(FACE)圃場で、イネ群落の穂の熱収支と蒸発散特性を計測する手法を開発し、CO₂濃度上昇に伴う群落熱収支の変化がイネの穂の微気象を変化させる過程をモデリングする。イネ・果樹・野菜・家畜・森林に及ぼす影響評価については、人工気象室で温度上昇実験を行い、高温・高湿度によるイネ・ハウレンソウの高温障害、果樹の開花・果実成熟などの生理機能への影響、スギの光合成影響の実態を把握する。また、気候変動シナリオに従った果樹・野菜・畜肉生産に対する影響予測モデルを開発し、影響・リスクを評価する。また、森林・林業・林産業に与える影響の予測と評価については、温暖化防止に対応した施策や森林計画が及ぼす影

響を長期的に予測するためのモデルを構築し、地域および国レベルの両面から影響評価し、望ましい森林計画・施策を提示する。

一方、水域においては、まず、低次生態系について、現場観測によるデータ蓄積、衛星海色データによる基礎生産力と環境要因との関連の解析、飼育実験等による餌料プランクトンの摂餌特性の解明等の成果をもとに、浮魚類の餌料生産と密接な関連のある低次生態系モデルを構築し、低次生態系に対する地球温暖化の影響評価と予測技術の開発を行う。次に、沿岸藻場について、わが国周辺の代表的な藻場(寒流域のコンブ場、暖流域のクロメ場、内海・内湾域のガラモ場)を対象海域に調査を行い、海藻類の生長等に対する水温反応特性や食害生物(ウニ類、アイゴ・ブダイ等の藻食魚類)の植食活動に対する水温反応特性等を解明する。それらの知見をもとに食害動物による摂餌モデル・藻場の成長モデルを構築して、地球温暖化が藻場に及ぼす影響評価と予測技術の開発を行う。さらに、魚類生産について、低次生態系で開発するモデルを導入した低次生態系魚類生産モデルの開発、浮魚類の輸送回遊モデルの開発等により、浮魚類の消長過程と回遊経路変化過程に対する地球温暖化の影響評価と予測技術の開発を行う。また、養殖魚の成長、繁殖等に対する水温及び密度ストレスを明らかにし、地球温暖化が養殖業に及ぼす影響評価と予測技術の開発を行う。

3．研究の成果

3.1 温暖化がイネの高温障害に及ぼす影響

圃場におけるイネの穂の蒸発散量、放射・温度環境の測定方法を確立した。開放系大気CO₂増加(FACE)水田における微気象観測から、現在の大气CO₂濃度区より高CO₂濃度区(約250ppm増加)では穂温は約1℃上昇する。その主因は高CO₂濃度に伴う生育促進による穂のステージの先行に伴う蒸発散コンダクタンスの違いであることがわかった。

3.2 温暖化が家畜・果樹・野菜・森林に及ぼす影響評価

果樹への温暖化の影響では、リンゴとウンシュ

ウミカンについて、気候予測モデルおよびメッシュ気候値より現在および将来の栽培適地を予測した。温暖化により 21 世紀前半までにリンゴおよびウンシュウミカンの栽培適地が北上し、現在の主な産地の多くが気候的に不利になる可能性が予測された。野菜への温暖化の影響では、高温がホウレンソウの生育に及ぼす影響評価モデルのプロトタイプを作成した。畜肉生産への暑熱の影響では、鶏の飼料摂取量、増体量および飼料効率は、温度の上昇(23 から 28 および 33)とともに低下したが、高湿度でその低下率が緩和された。豚と牛でも飼料摂取量、増体量および飼料効率は高温により低下した。

3.3 温暖化とその対応が森林・林業・林産業に与える影響の予測と評価

温暖化に対応した施策や森林計画がわが国の森林・林業・林産業に及ぼす影響を長期的に予測するためのモデル(影響予測モデル)構築において、木材需給サブモデル、住宅サブモデル、地域サブモデルの大きく 3 つのサブモデルからなる構造とした基本設計を完成させた。全国レベルの影響予測モデルについて、森林・林業基本計画に即して複層林を考慮した木材需給モデルの改善を加え、シミュレーションを行ったところ、炭素収支の観点からは、複層林面積を増やし、かつ複層林の蓄積が多くなるような施業方法を行うことが得策であることが示唆された。

3.4 水域における低次生態系

わが国周辺海域の高解像度な海洋物理モデルを作成し、低次生態系モデル(NEMURO)と結合し三次元生態系モデルの構築を試みた。NEMURO モデルをより広域な海域に適用できるように改良を重ねるとともに、衛星画像データによる沖合域における基礎生産力の推定手法の改良やモデルに必要なパラメータの現場観測など、モデルの高度化を図っている。

3.5 藻場生態系への影響

わずか数の高水温化で、藻場を構成する海藻類の成長が低光量下で大きく阻害され、一方、藻食性の動物(例えば、アイゴ)の採食行動が顕著に増加することを実験的に確認し、地球温暖化に伴う高水温化が藻場生態系に大きな影響を与えることを示唆する結果を得た。また、水温・流動等が藻場へ及ぼす影響評価のモデルの開発も進んでいる。

3.6 魚類生産への影響

現場観測によりマイワシ、カタクチイワシ、サバ類の成長に伴う餌料生物の変化、サンマ仔稚魚の回遊経路とクロロフィル分布など海洋環境との関連性を明らかにした。また、既往モデルを改良した低次生態系 魚類生産モデルをサンマに適用し、地球温暖化応答として混合域での僅かな水温上昇がサンマの成長阻害に大きく影響する結果を導いた。さらに、黒潮続流域の海面水温変動がマイワシ資源の長期変動に影響があることをモデルで再現した。養殖魚に関しては、マダイを対象にその成長・繁殖など生理機能と関連した指標の測定手法を開発し、水温及び密度によるストレス把握が可能となった。20 以上の飼育水温は性ホルモンの分泌を抑制して繁殖機能を阻害すること明らかにした。

4. 今後の課題

陸域においては、温暖化によるイネ、野菜、果樹、畜肉などの農業生産および森林への影響を実験的に明らかにし、この結果を利用して温暖化によるイネ、野菜、果樹、畜肉、森林の影響予測モデルを開発し、最終目標である影響・リスクを評価する。

水域においては、各々の分野で開発しているモデルについて、現場観測等から得られる成果を導入することによってモデルの高度化を図り、当初の目的を達成する。

5. 成果文献

杉浦俊彦・横沢正幸, 2004; 年平均気温の変動から推定したリンゴおよびウンシュウミカンの栽培環境に対する地球温暖化の影響, 園学雑, 73, 72-78.

Nakata, K., 2003; Decadal scale variability in the Kuroshio marine ecosystem in winter, Fish. Oceanogr., 12, 234-244.

Sakanishi, Y., et al, 2004; Photosynthetic light-response curves of cold water species of Laminariales at the eastern Pacific coast of Hokkaido, Japan, Jpn. J. Phycol., 52, 33-39.

Oozeki, Y., et al, 2003; Growth rate variability of Pacific saury, *Cololabis saira*, larvae in the Kuroshio waters, Fish. Oceanogr., 12:419-424.

他 原著論文 19 編、刊行物 2 編