

プロジェクトの研究概要

1. 研究の趣旨・目的

地球温暖化に関しては、気候変動枠組み条約に基づいて採択された京都議定書への対応や地球温暖化に関する最新の科学的知見がレビューされる「気候変動に関する政府間パネル（IPCC）第4次評価報告書」作成への貢献が求められています。また温暖化研究では、農林水産業への影響評価ばかりでなく、温室効果ガスの排出削減目標達成のために総合的な取り組みが求められています。

このため、プロジェクト研究「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」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等を行い、地球温暖化の将来予測に反映させるとともに、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ています。さらに、温室効果ガスの排出削減目標達成に資するため、農林業における温室効果ガスの排出削減・吸収・固定化技術を開発します。

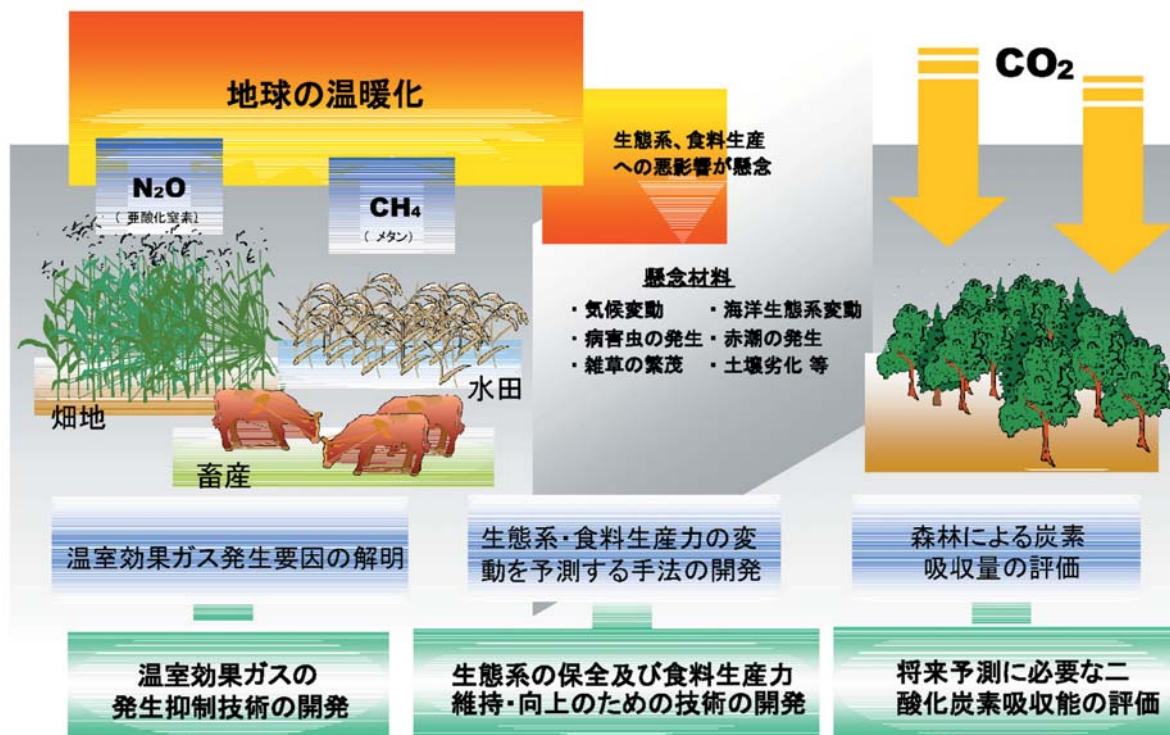


図3. 農林水産分野における地球温暖化研究の今後の課題

研究事項は次の通りです。

- (1) 地球温暖化についてのモニタリング及び将来予測
 - ① 温室効果ガス及び気候変動の影響についてのモニタリング
 - ② 地球温暖化についての将来予測
- (2) 地球温暖化の影響及びリスクの解明
 - ① 地球温暖化に伴う農業への影響把握
 - ② 地球温暖化による森林生態系及び森林資源への影響評価と将来予測
 - ③ 地球温暖化が漁業に与える影響の評価と将来予測
- (3) 温室効果ガスの排出削減・吸収・固定化技術の開発
 - ① 地球温暖化対策技術の開発

研究を推進する際に専門分野ごとの議論を深めるため、次の3つの系に分けて計画の設計及び研究成果の検討を行っています。

- A. 陸域系
 - 1. 地球温暖化についてのモニタリング及び将来予測
 - 2. 地球温暖化の影響及びリスクの解明
- B. 水域系
 - 1. 地球温暖化についてのモニタリング及び将来予測
 - 2. 地球温暖化の影響及びリスクの解明
- C. 対策系
 - 1. 地球温暖化対策技術の開発

なお、研究課題は巻末の表のとおりです。

2. 「陸域系」研究の概要

地球の温暖化が進行すると、干ばつや洪水などの異常気象等により農業生産が減少するとともに、人口増加による食料需要の増加などにより、食料の需給バランスが崩れる可能性があります。また、現在、森林は炭素の吸収源として機能していますが、温暖化により悪影響を受けて発生源に転じるという予測もあります。そこで、「陸域系」研究では、農耕地と林地にかかわる地球温暖化の影響を様々な面から明らかにし、その影響の将来予測を行い、温暖化のリスクを提示することを目指します。

「陸域系」研究は、「地球温暖化についてのモニタリング及び将来予測」と「地球温暖化の影響及びリスクの解明」に大きくわけられます。

「地球温暖化についてのモニタリング」では、水田などの湿地における温室効果ガス（CO₂、CH₄、N₂O など）のフラックス（単位面積あたりのガスの発生あるいは吸収強度）を微気象的観測手法による直接観測と植生の純一次生産力（NPP）の長期変化を衛星リモートセンシングデータによって捉え、NPP の変化から逆に環境の変化をモニターします。「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、地球温暖化による農業生産力の変動を予測するとともに、その予測結果と世界食料需給モデルよりアジア農業の経済的損失を評価します（図4）。

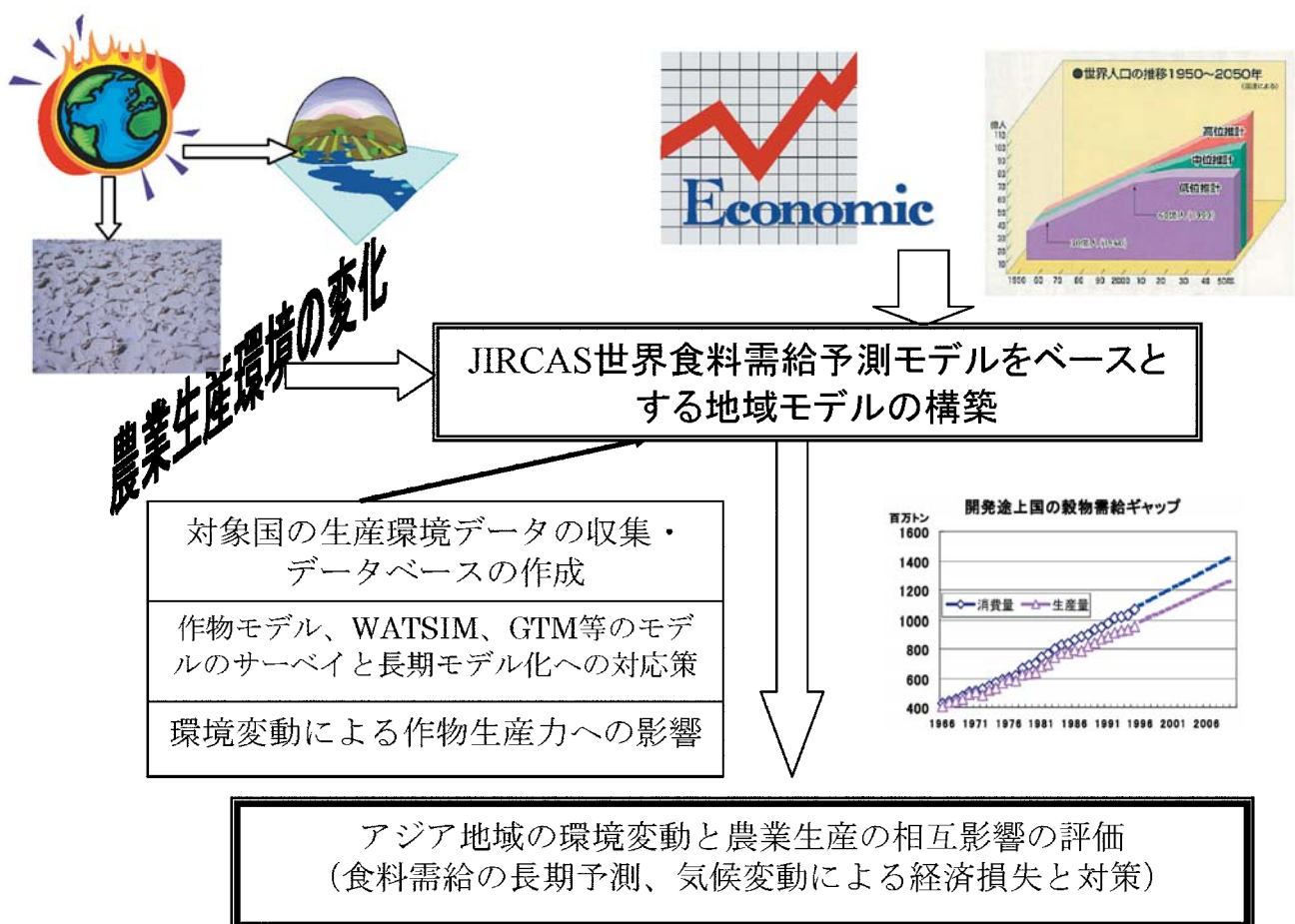


図4. 地球温暖化が世界農業へ及ぼす影響の経済的評価手法

「地球温暖化の影響及びリスクの解明」では、地球温暖化による稲、野菜、果樹、畜肉などの農業生産及び森林への影響を実験的に明らかにします。例えば、野外の FACE 実験装置下での稲の高温不稔（図5）、温度や湿度条件を変えられる環境制御室での稲の高温障害、高温・高湿度による牛・豚・鶏などの畜肉生産性への影響（図6）、高温・高湿度による果樹の開花・果実成熟などの生理機能への影響、ハウレンソウの高温ストレスの影響、高温・CO₂濃度・窒素施用量・水分量などの環境変化によるスギの光合成影響などを実験的に調べます。また、実験で得られた結果を利用して温暖化による稲・畜肉・果樹・野菜の影響予測モデルを開発することにより、影響・リスクを予測します。林業においては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します。



FACE (Free-Air CO₂ Enrichment) とは、圃場に何も囲いをせず、リング状にしたパイプの穴から大気中に直接 CO₂ を吹き出すことにより、植生周囲の CO₂ 濃度を高める実験方法で、CO₂ 以外は自然の環境状態です。風向きを考慮して CO₂ を吹き出す位置を決めてリング内の濃度をコンピュータにより制御します。

CO₂ 濃度上昇は稲の高温不稔を激化させると予想されています。この FACE 装置を用いて群落と穂の微気象変化を観測し、群落内の熱収支から高温不稔の解明を行います。

図5. 岩手県雫石町の農家水田における開放系大気 CO₂ 増加 (FACE) 実験

FACE 装置は差し渡し約 12 m の 8 角形状で稲群落上約 0.5 m に設置され、黒いチューブから CO₂ が放出されます。遠景に見える大きな 2 つの白い円筒は CO₂ 放出のための液化 CO₂ を貯蔵するタンク（合計容量 23 トン）です。



図6. 高温・高湿度による牛の摂食量・飼料消化率・飼料効率や肉質に及ぼす影響を調べる実験
温度・湿度を制御できる人工気象室内で牛を飼養して畜肉の生産性を調べます。

3. 「水域系」研究の概要

沿岸、沖合を問わず海洋は貴重な食料生産の場であるために、海の持つ多面的な機能（生物生産、物質循環、気候調節等）を知り、その持続的利用を図ることは水産資源の安定供給にとって大切です。そのため、今後の温室効果ガスの増加により引き起こされる地球環境変動が、海洋の低次生態系に及ぼす変化とそれによる漁業資源への変化を定量的に把握することが重要です。温暖化が海洋生態系に及ぼす影響は複雑ですが、予測される主要なシナリオの概略を図7に示します。

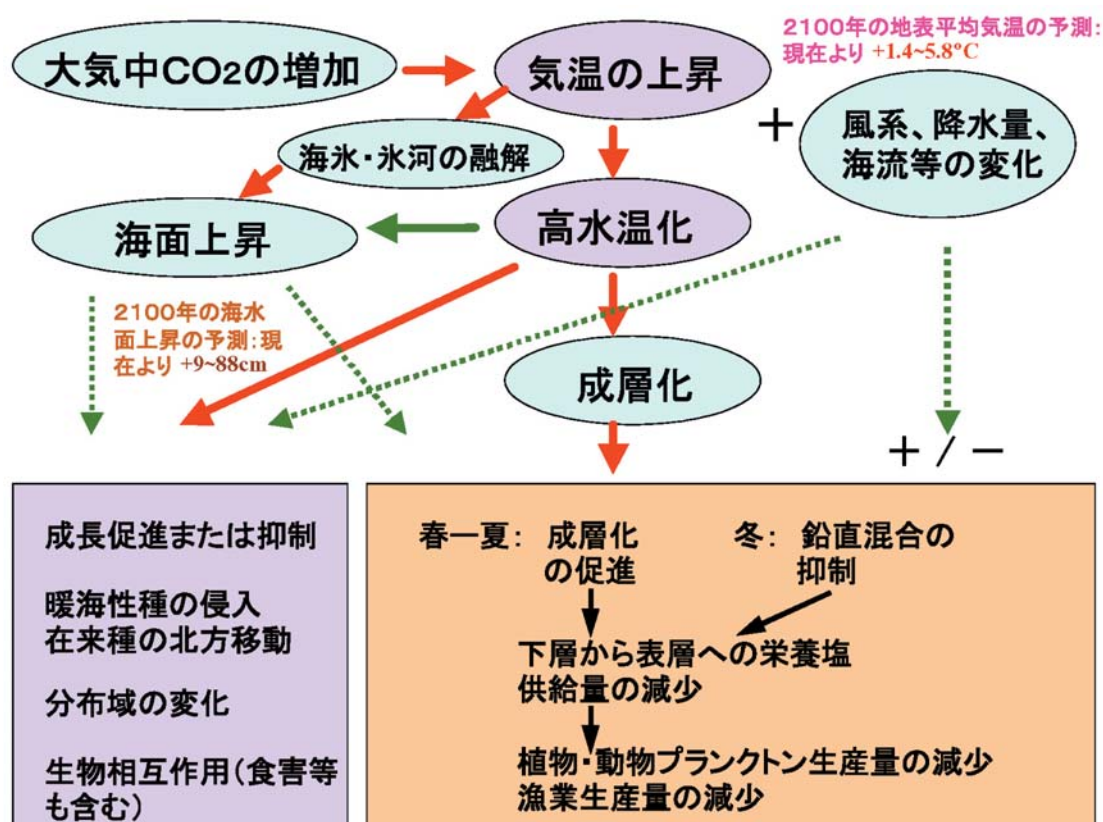


図7. 地球温暖化が海洋生態系・漁業に与える影響のシナリオ

富栄養化、赤潮、藻場・干潟の減少等が地域的問題であるのと比べて、温暖化は地球規模の環境問題であるため、沖合と沿岸の両海域に影響を及ぼします。このため、我が国周辺の沖合（親潮・混合域、黒潮域、対馬暖流域）で、低次生態系モニタリングと温暖化がプランクトン生態系及び漁業に与える影響の評価・予測技術の開発に取り組んでいます（図8）。また、沿岸域では藻場生態系のモニタリングも含めて、藻場と養殖業への温暖化の影響・予測技術開発に取り組んでいます。

低次生態系のモニタリングラインおよび藻場生態系のモニタリング海域

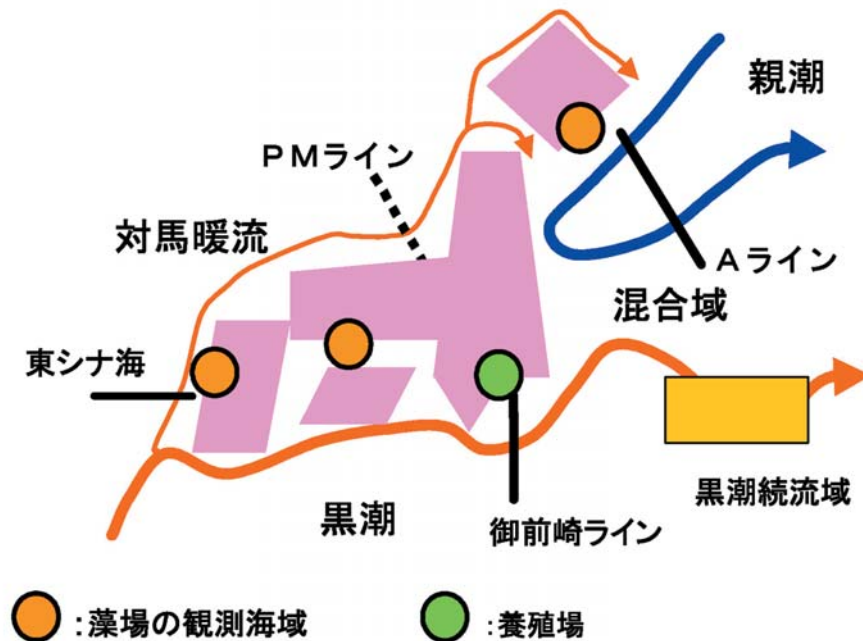


図 8. 沖合・沿岸域におけるモニタリングラインと海域

沖合では、サンマやマイワシなどの産卵場・仔稚魚の成育場となる黒潮流域、マイワシの仔稚魚の生残に影響する可能性が大きい黒潮続流域、及び索餌場となる親潮・混合域において、低次生態系のモニタリングを実施し、低次生態系構造の把握や温暖化影響の検出を重要課題として取り組んでいます。そして、これらの観測結果と海洋生態系モデルにより漁業生産への影響評価を行う予定です。

沿岸では、暖海性の魚種であるアイゴ等による藻場海藻への食害が問題となっています。また、高水温により成長が著しく阻害される海藻のあることも報告されています。これらの知見を踏まえて、本プロジェクトでは食害生物も含めた藻場生態系のモニタリングと共に、水温と海藻の成長との関係を、我が国周辺の代表的な海域で調べています。また、高水温が養殖魚のマダイに及ぼす反応特性等を調べています。

地球温暖化は、将来、長期間に渡って人類の存続に作用するほどの影響力を持つと考えられます。こうした将来の懸念を取り除くためには、海洋環境・生物の継続的なモニタリングの実施と共に、海の物質循環機構に関する一層の理解と海を利用した対策が求められます。

4. 「対策系」研究の概要

農林水産業は、それ自体が温室効果ガスの収支にも密接に関わっています。農耕地と畜産は温室効果ガス(CO_2 、 CH_4 、 N_2O など)の排出源となる性格を持っており、これらの温室効果ガスの大気中の濃度を抑制しながら、どう生産性を維持するのかといった問いかけに対して、具体的な手法が求められています。また、花きや野菜のハウス栽培では、冬季の投入エネルギーの80%が暖房に使われており、暖房用化石燃料への依存の軽減が重要な課題です。

一方、 CO_2 の主要な吸収源である森林については、林業と森林整備の促進を通して吸収能の一層の強化が求められています。また、温室効果ガスの収支には直接関係しませんが、沿岸地帯の農地では温暖化による海面上昇に伴う高潮災害への対策の必要性が指摘されています。そのため、「対策系」研究では、農林業における温室効果ガスの排出削減及び吸収・固定化促進、さらに温暖化で懸念される沿岸農地の高潮災害への対策技術の開発を目指して研究を行います。

農耕地では、既存の農耕技術を利用した温室効果ガスの合理的排出削減技術を開発するために、水田と畑の輪作である田畑輪換と不耕起及び簡易耕起など土壌浸食を防止する保土的耕転技術による温室効果ガスの発生削減効果を評価します。その結果、栽培管理と土壌保全技術を組み合わせた最適な温室効果ガス排出削減技術の開発が期待されます。

畜産においては、新たに開発した大型チャンバーによる温室効果ガス測定システムを用いて、牛、豚、鶏を対象に堆肥化など家畜ふん尿処理における CH_4 、 N_2O の発生の特徴を把握するとともに、副資材(ワラやおがくず)の添加処理等によるガス発生の抑制効果を評価します。これにより、水質汚濁・土壌汚染防止効果と合わせた CH_4 、 N_2O 発生量の少ない処理技術の開発が期待されます。

一方、ハウス栽培では、太陽エネルギー等の自然エネルギーを効率的に利用するために、ハウスの透明な屋根材として軽量で強度的に優れた空気膜構造を用い、ハウスの構造、太陽熱の集熱、蓄熱、放熱、環境制御、建設コストのそれぞれの技術を再構築してシステム化を図ります。これにより、100~60%の暖房エネルギーの節減が見込まれ、さらに、この新しい空気膜ハウスはパネル化により細かい部材を必要としないため、軽量化だけでなく材料費、工事費などコストの削減が期待できます(図9)。

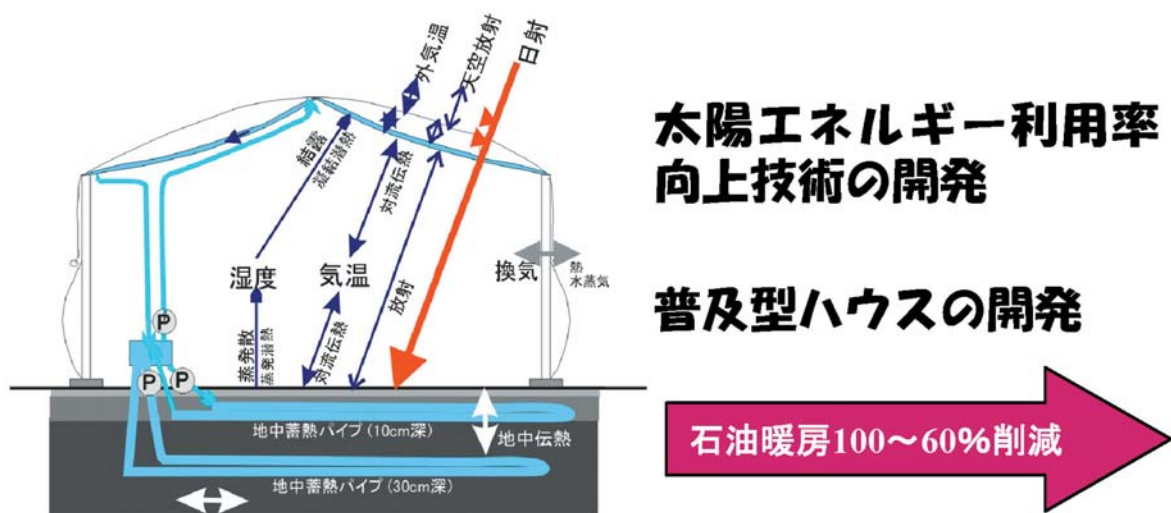


図9. 空気膜温室の新システムによる暖房エネルギー節減効果

林業においては、従来の皆伐一斉人工林施業に加えて、近年整備が推進されている長伐期林施業、複層林施業、混交林施業について個別の育林システムによる森林の CO_2 吸収・固定量を評価します。また、林内に放置された間伐木の分解速度の測定から、さまざまな間伐方法における放置間伐材の炭素貯留量、さらに、伐木・集運材作業における機械別の CO_2 放出量を木材の生産効率と合わせて評価します。これにより、長伐期林、複層林、混交林施業など個別の育林システム、間伐放置木、伐出系作業システムの CO_2 収支を総合評価し、生産性を維持しながらローテーションを通して CO_2 吸収・固定能を向上させる施業システムの解明を目指します(図10)。

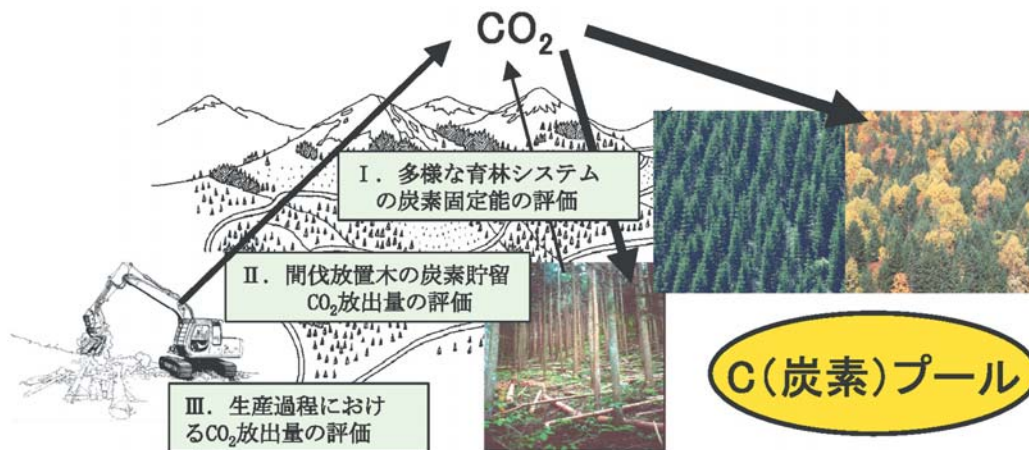


図10. 二酸化炭素吸収・固定能向上のための森林施業システムの解明

高潮災害対策では、農地海岸の多い有明海を中心に、これまであまり検討されてこなかった農業、漁業への影響を考慮した被害推定のシミュレーションを行います(図11)。これにより、温暖化による海面上昇・高潮の影響に関して、①砂浜海岸における海岸堤防の影響、②地盤沈下の影響、③海岸への堆積の影響、④台風の規模と拡大、雨量増加の影響を含めた海岸施設と排水施設への被害予測が可能になります。また、漁業への影響については、有明海の海底地形、水温の変化、淡水あるいは栄養塩類の流入増加の影響を考慮した被害予測が可能になります。この結果を踏まえ、今まで検討されてきた堤防の増強以外に、干潟の再生、堤防内農地の排水悪化の補償などに対する対策を想定し、これに必要な費用の算出を目指します。

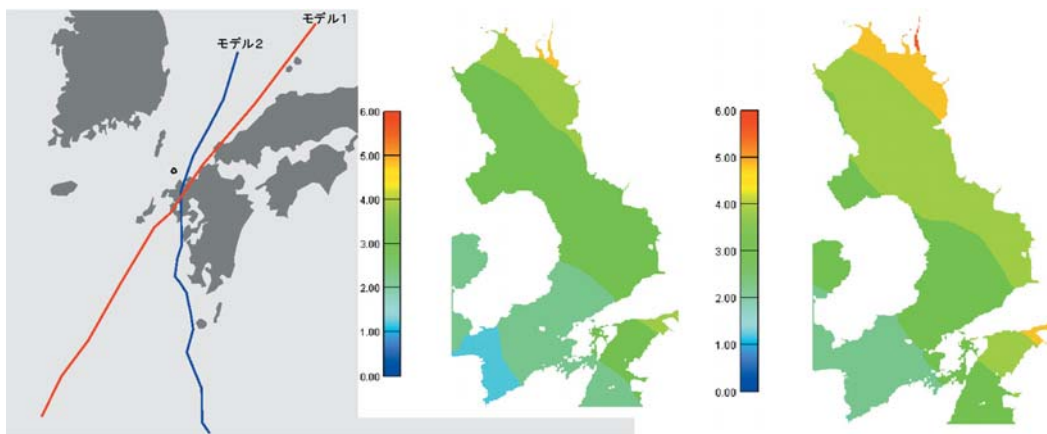


図11. 台風の経路(左)と有明海の最大潮位偏差分布(左:現在、右:温暖化後)のシミュレーションの例