



水産総合研究センター地球温暖化対策研究戦略

独立行政法人水産総合研究センター

平成 20 年 7 月

目次

I. はじめに	1
II. 基本的認識	2
1. 地球温暖化に関する基本的認識	2
2. 地球温暖化の観点から見た水産業への影響	2
3. 水産分野における地球温暖化研究の現状	3
III. 水産総合研究センターにおける温暖化研究の取り組み	6
1. 基本的な考え方	6
2. 防止技術〈水産における地球温暖化防止技術への取り組み〉	6
1) 海洋生態系における炭素循環モデルの開発とその利用	6
2) 水産業における温室効果ガス排出量の算出	7
3) 水産業における省エネルギー化技術の開発	7
4) 水産バイオマス資源の利用技術開発	8
3. 適応技術〈水産における地球温暖化適応技術への取り組み〉	8
1) 温暖化モニタリング体制の構築とデータベース化	8
2) 温暖化の影響評価と予測技術の開発	9
3) 水産物の生産安定化技術に関する開発	10
4. 国際共同研究への取り組み	11
5. 研究成果の活用	11
6. その他	11

参考資料

I. はじめに

IPCC（気候変動に関する政府間パネル）の第4次評価報告書は、地球温暖化の原因が人為起源の温室効果ガスの排出にあることをほぼ断定するとともに温暖化の進行が加速していることを観測事実として明らかにした。2006年度におけるわが国の温室効果ガスの排出量（速報値）は約13億4100万tCO₂に達し（基準年比で6.4%増加）、京都議定書の6%削減目標は非常に厳しい状況にある。各方面において、温暖化対策技術と温暖化適応技術の開発は待った無しの状況となっている。

地球温暖化は水産基本法の基本理念である「水産物の安定供給の確保」ならびに「水産業の健全な発展」の実現に大きな影響を及ぼすと予想される。地球温暖化の影響をモニタリングしつつ水産業へ及ぼす影響を予測するとともに、それらを基礎とした温暖化影響への適応技術および温暖化対策技術の開発を迅速に実施することは、水産総合研究センター（以下水研センターという）に課せられた重要な課題である。

一方、地球温暖化は、これまでの水産業の在り方を考え直し、1)より環境負荷が少なく、2)より頑健な（環境変動に対しても国際競争力としても）水産業に発展させる好機とも捉えることができる。環境変動に対し安定した水産業を実現するための科学的な根拠と手法を提案するのが水研センターの役割であり、国内の産学官研究勢力を牽引して、その実現を図る責務がある。さらに、水研センターは水産分野におけるアジア地域の中核研究所として、その牽引的役割を果たすとともに、他地域の中核研究所とのネットワークを展開し、地球規模での貢献も視野に入れるべきである。具体的には、アジア地域をはじめとする発展途上国への省エネルギー水産技術提供や、環境負荷が少なく、かつ環境変動に頑健な水産業を実現するための科学的根拠と方策の提示により、全世界の水産物の安定供給、及び水産業の健全な発展に貢献することが重要である。

以上の理念に基づいて、水研センターは、今期から第三期にかけての温暖化研究を効率的に推進するため、平成20年1月11日に温暖化研究戦略検討会議を開催し、その検討結果を踏まえた「水研センター地球温暖化対策研究戦略」をとりまとめた。

なお、本戦略については、今後の社会情勢や温暖化に関する内外の議論を踏まえ、引き続き検討を深めていく所存である。

II. 基本認識

1. 地球温暖化に関する基本認識

顕在化しつつある地球温暖化は、変化速度が極めて速いのが特徴であり（IPCCの第4次評価報告書では、21世紀末までの平均気温の上昇は1～6.3℃、平均水位の上昇は19～58cmと予測）、過去の氷河期から間氷期の間に見られた変化に相当する温度変化が今後僅か100年程度の期間に生じることが予測されている。変化の速さが環境変化に対する生物や生態系の適応速度を上回る場合、種の絶滅や極端な減少が生じ（IPCCの第4次評価報告書では地球の平均気温が1.5～2.5℃上昇すれば20～30%の生物種が絶滅すると予測）、生態系構造が大きく変化する可能性がある。しかも、温暖化ガスの排出規制が即時に実施されても、これまで蓄積された種々の影響は長期にわたり継続すると予見されている。したがって、問題の放置や対策の遅れは水産業の存続や食料供給に重篤な影響を及ぼすと考えられるため、総力を挙げて温暖化影響の予測、評価、対策技術の開発にあたる必要がある。

2. 地球温暖化の観点から見た水産業への影響

日本海および東シナ海から西日本にいたる水域では、海面水温が世界平均の水温上昇の2～3倍の速度で上昇している（気象庁¹）。親潮域や東北沖の親潮・黒潮混合水域では水温の上昇傾向は顕著でないが、低塩分化傾向が見られる。これらの原因はともに地球温暖化現象と関連づけて論じられ、その進行に伴って海洋表層の成層化が進み、下層から表層への栄養塩供給が減少し、生物生産が低下する可能性が指摘されている。なお、沿岸浅海域や内水面においても水温上昇に伴う成層の強まりが貧酸素化など漁場環境に大きく影響していると考えられている。

長年にわたり蓄積された資試料の解析により、三陸沖の混合水域では栄養塩濃度と主要な餌料プランクトンであるネオカラヌス属カイアシ類の現存量が低水準化しつつあることがわかってきた（田所ら、2008）。しかし、親潮域では栄養塩濃度に低下傾向が見られるにもかかわらず、餌料プランクトンの低水準化は顕著ではない。温暖化ならびにそれと関連する低次生態系の変化は、海域により大きく異なる可能性がある。なお、混合水域における餌料プランクトンの変化が水産資源に及ぼす影響は、今のところ明らかではない。

日本のいたる所で、これまであまり観察されなかった暖水性魚類の出現が目立つようになった。サワラは、以前は東シナ海が主漁場であったが、近年は日本海で多く漁獲され（井上ら、2007）、海況によっては東北沖でも多獲されている²。各地の藻場で磯焼けが進行し、特に九州周辺では海藻の種類が徐々に南

方系に置き換わりつつある³。各生物の生息域の南限付近では、生産が不安定化し、例えば、近年、有明海では水温低下が進まず、ノリの採苗が遅れる傾向が認められている。亜熱帯水域では、サンゴの白化現象（大量斃死）が問題となっている。暖水性の生物（ナルトビエイやハリセンボン、アイゴなど）が水産資源や漁業に悪影響を及ぼす例も報じられている⁴。また、熱帯性の新奇有害プランクトン（アレキサンドリウム・タミヤバニッチなど⁴）の出現が毎年報告されるようになった。さらに、水温は魚にも病原体にも影響することから、近年の地球温暖化が魚病発生に与える影響が懸念されている（FAO, 2008）。細菌の一種で一般的には東南アジアや米国などで飼育しているナマズなどに感染することが知られているエドワジエラ・イクタルリが、河川のアユに感染した事例が⁵、2007年に日本で初めて、しかも3県で相次いで発見された。これらはほんの一例であり、地球温暖化が要因として疑われる変化が様々な海域や生物種で起こり始めている。

3. 水産分野における地球温暖化研究の現状

不確実性はあるものの、全球大気海洋結合モデルを使った地球温暖化時の海洋環境予測が可能となり（例えば Sakamoto, et al., 2005）、その将来環境予測を基に水産生物への影響予測を扱った論文が出版され始めている。例えばサケ類（Welch, et al., 1998；帰山・工藤、2007）、クロマグロ、ニホンウナギ（木村ら、2007）、スケトウダラ、スルメイカ（桜井ら、2007）、カツオ（Loukos, et al., 2003）の他、日本沿岸域における様々な資源生物への影響（桑原ら、2006）がまとめられている。しかしながら、これらはほとんどが水温と流れの変化が及ぼす影響を考慮しての評価や予測である。表層の水温が変化すれば、海の構造が変化し栄養塩供給のメカニズムも変化し、植物プランクトン増殖等の低次生態系へも影響する。水産生物への影響を評価するためには、餌料生物の変動を組み込んだ影響評価技術の開発が必要である。この分野は農林水産技術会議プロジェクト「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」でも研究を進めており、サンマ、ニシンに関して伊藤（2007）が成果を一部報告している。しかし、海洋生物（植物プランクトンから魚まで）がどのように水温の変化や餌料環境の変化に応答するかは、影響予測モデルの高精度化には欠かせない重要なパラメータであるが、飼育実験等によるデータが欠落しているため、研究開発の重点化を図る必要がある。

温暖化影響について、100年後、あるいは大気中二酸化炭素の濃度が2倍になった場合を想定して予測しているが、20～30年後の中期的な影響にも注目して研究を実施する必要がある。地球温暖化に伴う海洋の変化は、不確実性が高いため、継続的な高感度の観測と科学的な解析が不可欠であり、モニタリング体

制の構築、さらに地球温暖化の影響が先に出ると予想される沿岸域における研究の重点化が望まれる。海洋生態系はバランスが一度崩れると修復には長い年月が必要であり、生態系そのものの構造が変化した場合にはその対策に多大な努力が必要になると予想されることから、早急な取り組みが必要である。

引用文献等：

- 田所和明・杉本隆成・岸道郎（2008）海洋生態系に対する地球温暖化の影響，海の研究，印刷中。
- 井上太郎・和田洋藏・戸嶋孝・竹の巧璽（2007）京都府沿岸で漁獲されるサワラの年齢および移動について．京都府立海洋センター研究報告，29，1-6。
- FAO（2008）Climate-related transboundary pests and diseases. Technical background document from the expert consultation, held on 25 to 27 February, 2008, FAO, ROME.
- Sakamoto T. T., H. Hasumi, M. Ishii, S. Emori, T. Suzuki, T. Nishimura, A. Sumi（2005）Responses of the Kuroshio and the Kuroshio Extension to global warming in a high-resolution climate model. GEOPHYSICAL RESEARCH LETTERS, VOL. 32, L14617.
- 帰山雅秀・工藤秀明（2007）温暖化を軸とするサケ属魚類バイオマス変動シナリオの試み，月刊海洋，39:314-316.
- 木村伸吾・北川貴士・加藤慶樹・山岡直樹（2007）地球温暖化に伴うクロマグロおよびニホンウナギの産卵環境の変化とその生態的応答，月刊海洋，39:317-322.
- 桜井泰憲・岸道郎・中島一步（2007）スケトウダラ，スルメイカ，月刊海洋，39:323-330.
- Loukos, H., Monfray, P., Bopp, L. and Lehodey, P.,（2003）Potential changes in skipjack tuna (*Katsuwonus pelamis*) habitat from a global warming scenario: modelling approach and preliminary results. Fish. Oceanogr., 12:474-482.
- 桑原久実・明田定満・小林聡・竹下彰・山下洋・城戸勝利（2006）温暖化による我が国水産生物の分布域の変化予測地球環境，11:49-57.
- 伊藤進一（2007）温暖化シナリオにおいて推定されるサンマおよびニシンの応答，月刊海洋，39:303-308.
- Welch, D. W., Ishida, Y., Nagasawa, K.,（1998）Thermal limits and ocean migrations of sockeye salmon (*Oncorhynchus nerka*): long-term consequences of global warming Can. J. Fish. Aquat. Sci. 55:937-948.

¹http://www.data.kishou.go.jp/kaiyou/shindan/a_1/japan_warm/japan_warm.html

²<http://tnfri.fra.affrc.go.jp/tiiki-joho.html>

³<http://www.fra.affrc.go.jp/bulletin/news/fnews10.pdf>

⁴<http://feis.fra.affrc.go.jp/publi/setotsuu/setotsuu06.pdf>

⁵<http://www.pref.yamaguchi.lg.jp/cms/a16500/ayu/ayu.html>

Ⅲ. 水産総合研究センターにおける温暖化研究の取り組み

1. 基本的な考え方

農林水産省は地球環境保全に積極的に貢献する農林水産業の実現をはかるため、(1)地球温暖化防止策、(2)地球温暖化適応策、(3)我が国の技術を活用した国際協力、を柱とする「農林水産省地球温暖化対策総合戦略」を2007年7月に策定した。さらに、地球温暖化対策研究の推進をめざして、①防止技術研究、②将来予測の結果に基づいた計画的な適応技術研究、及び③国際貢献となる国際共同研究を柱とする「地球温暖化対策研究戦略」を2008年7月に策定している。水研センターにおける地球温暖化研究は、この3本柱を基本とし、水産物の安定供給、水産経営の発展につながる研究開発をさらに推進することになる。また、地球温暖化に伴った海洋ならびに陸域・陸水生態系の変化が水産業に影響を及ぼすことを認識し、海洋と陸域とのつながりに配慮しつつ研究開発に取り組む。さらに、対策技術の研究開発は、温暖化防止に真に効果的である技術であるために、生産物の全工程を含めて評価するライフサイクルアセスメント(LCA)を考慮して推進することが重要である。

水研センターは、①資源・海洋に関する豊富なモニタリングデータを用いた長期変動解析と予測、②調査船を用いた海洋観測、③卵～成魚に至る生物飼育実験を実施し、資源、海洋、増養殖、水産工学、利用加工、経営経済に互る研究者を結集し、総合的に研究開発に取り組む。

2. 防止技術〈水産における地球温暖化防止技術への取り組み〉

地球温暖化の進行を緩和する防止技術として、水産生態系における温室効果ガス収支モデルの開発とモデル解析結果をもとにした海洋のもつ二酸化炭素吸収能の増強技術、ならびに水産業における省エネルギー対策技術、バイオマス資源循環利用技術の研究・開発を推進する。これらの研究・開発の基礎となるとともに、開発された技術の定量評価に必要な情報を整備する。

1) 海洋生態系における炭素循環モデルの開発とその利用

海洋は人為起源の温暖化ガスの約3割を吸収すると見積もられている。現時点では、海洋による二酸化炭素の吸収は主として物理ポンプ(大気CO₂分圧の上昇に殆ど追従した海水へのCO₂の溶解)によると考えられている。生物ポンプ(湧昇等で下層から表層に供給された栄養塩が生物生産によって再び有機化し、下層に戻る過程)による大気中からの二酸化炭素の吸収は、湧昇時と沈降時のC/N比が一定な定常状態下では海洋全体としてプラスマイナス0であるが、沈降時のC/N比が大きくなる方向に傾けば、生物ポンプによっても実質的な(ネット

の) CO₂吸収が発生する。具体的には、沖合域では、窒素固定の増加等でC/N比が増大する方向に生態系が変化する場合、およびHNLC海域（表層で比較的多く栄養塩が残存しているにも拘わらず植物プランクトン量が少ない水域）に大気から微量元素等が添加され基礎生産が増大して有機物が深海に沈降する過程では実質的な二酸化炭素の吸収が発生する。しかし、これまで、海洋におけるこれらの諸過程の変動状況が定量的には殆ど把握されていないため、二酸化炭素吸収に対する生物ポンプの寄与は不明である。水研センターでは、沖合生態系におけるこれらの過程を含む炭素循環過程を定量的に把握し、モデル化をはかる。それにより海洋における二酸化炭素の変化の予測と鉄添加等の生物ポンプ増大策の可能性を検討する。

一方、沿岸の海藻等が生産する有機物のC/N比の方が外洋で植物プランクトンが生産する有機物よりも高い。このため、現在外洋で消費されている栄養塩が沿岸の藻場等で消費され、生産された有機物が短期間のうちに深海域や堆積層へ輸送蓄積されれば実質的な二酸化炭素の吸収となる。沿岸域では、陸水の供給と沖合水の流入が有機物の生産と輸送に大きく影響する。河川水の流入量の増加は陸域起源の栄養塩の増加とともにエスチュアリー循環の強化とそれに伴う栄養塩に富んだ沖合深層からの海水の流入増加をもたらすと期待される。これらの過程を組み込んだ炭素循環モデルを開発し、有機物が短期間のうちに深海域、あるいは堆積層へ輸送蓄積される炭素循環過程を定量的に把握する。さらに、河川水の効果的な利用による沿岸域の生産力の増大と藻場等で生産された有機物の深海域等への輸送を通じた二酸化炭素の吸収が見込める方策の策定に貢献する。

2) 水産業における温室効果ガス排出量の算出

農業や林業の分野における温室効果ガスの排出量は、気候変動枠組み条約に温室効果ガス排出量目録の提出に伴い、毎年算出されている。しかし、水産業については、漁船の燃油消費量から算出した二酸化炭素の排出量の見積もり例はあるものの（873万トンC/年）十分ではなく、水産加工業や養殖業、また製品等の輸送などを含む水産業全体としての温室効果ガス排出量は計算されていない。他産業分野との連携を図りつつ水産分野における温室効果ガス排出量の算出方法及び水産物のカーボンフットプリント算定のためのLCA評価手法について研究を行い、温室効果ガスの防止対策の策定に貢献する。

3) 水産業における省エネルギー化技術の開発

太陽エネルギー等のクリーンエネルギーを用いた海洋測器や水産関連機器・施設、漁船の高効率推進システム、船体抵抗の削減による省エネルギー化、LED

集魚灯の利用技術、及び資源生物の生理・生態特性を利用した省エネルギー型漁法の開発など、水産の現場で導入可能な各種省エネルギー技術を開発する。また、高精度漁場予測モデルの開発により、魚群の探索に要するエネルギーの削減等漁業における省エネルギー化と省時間化に貢献する。さらに、漁船におけるバイオ燃料などのカーボンニュートラル燃料の利用技術の研究開発を行う。得られた技術については、過剰漁獲等の弊害を防止する観点を含めた普及に努めるとともに効果を定量的に評価する。

4) 水産バイオマス資源の利用技術開発

地球温暖化対策研究として化石燃料の代替エネルギー生産技術開発が重要であり、その素材として水産バイオマス資源は有効な資源と考えられている。現在、取り組まれている各種の技術開発研究においては、化石燃料に比しコスト的に対抗できるレベルになく、水産バイオマス資源を単にエネルギー化する技術は現実的なものとはならない。水産バイオマス資源を最終的にエネルギー素材として利活用するためには、カスケード利用による高付加価値化、素材化技術を用いた再資源化を行い、コストを低減化させるかがポイントとなる。適切な水産バイオマス資源の選択及び効率的な増養殖技術を開発する。また、それら資源からの高付加価値化素材の単離・抽出、応用技術とともに製造工程において副次的に発生する未利用物等の効果的な資源化技術を開発する。さらに、これらの素材を用いたバイオ燃料の生産や養魚飼餌料等への利用技術を開発する。なお、このような水産バイオマスの一連のカスケード利用技術開発にあたっては、化学的、工学的技術開発の面のみならず、経済的評価等を連携させて高付加価値化の可能性と最終的なエネルギー化技術開発の可能性を並行して検討する。

3. 適応技術〈水産における地球温暖化適応技術への取り組み〉

温暖化による生態系の変化は、突発的で急激な変化として現れる場合もある。温暖化の進行による水産業への影響を低減するために、温暖化モニタリングの実施と温暖化の影響予測・評価、及び予測に基づく温暖化適応技術の開発が必要である。特に、モニタリング結果と生産現場のニーズを踏まえた温暖化に伴うリスクに適応する技術を優先して開発する必要がある。なお、開発においては、水産資源の管理、生物多様性の保全へ配慮する必要がある。

1) 温暖化モニタリング体制の構築とデータベース化

- ① 物理化学データに相応した密度で生物モニタリングを可能とする音響学的・工学的なプランクトン計量システムの開発を重点的に推進する。

- ② 海域においては、栄養塩センサー、プランクトン計量システム、種組成計測センサーなどを取り入れた水中グライダー、アルゴスブイなどを用い、海洋環境の自動観測システムを構築する。自動観測システムと調査船観測ならびに衛星データなどを組み合わせた（地方公共団体等とも連携した）温暖化のモニタリング観測網を構築する。
- ③ 内水面においては、湖沼・河川の低次生態系における温暖化影響把握モニタリング体制を構築する。
- ④ 地方公共団体等と連携して日本周辺水域で発生した特異現象の情報収集と検索システムに努める。
- ⑤ ベンチトップ VPR（ビデオプランクトンレコーダー）等を利用して所蔵のデータを復元し、過去の長期変動解析（レトロスペクティブ解析）を行う。解析結果を予測モデルで再現すべき事象の抽出とモデルの再現性の検証に役立てる。
- ⑥ これら海洋環境と生物情報に関する情報をデータベース化し、水研センターが一元管理する。

2) 温暖化の影響評価と予測技術の開発

(1) 温暖化に伴う環境変化に対する水産資源の生理・生態的応答の把握

- ① 飼育・培養実験を通して、主要水産資源の水温適応性や鍵種プランクトンの水温に対する増殖特性など、生態系モデルや魚類予測モデル（魚類の成長、回遊、分布、資源量等の予測モデル）の構築に必要な生物パラメータを収集する。
- ② 主要水産資源や鍵種プランクトンについて、温度変化への適応能を評価する技術を開発する。また、温暖化影響の限界点（閾値）を把握する。
- ③ 海洋酸性化など、地球温暖化の進行に伴って変化する温度以外の環境要因に対する水産資源生物の反応特性を把握する。

(2) 予測技術の開発

- ① 沖合から沿岸域までを包括する海況・生態系モデルの開発・高度化を行い、温暖化の影響予測研究に役立てる。
- ② 温暖化が主要な水産資源の生産量、品質等に及ぼす影響を予測するモデルを開発し、温暖化影響の内容・程度について総合的に評価する。
- ③ 主要水産資源変動モデルと経済モデルを結合し、温暖化が水産業に及ぼす経済的影響を評価・予測可能なモデルを開発する。
- ④ 中長期的な観点から、海洋が果たす生態系サービスを明らかにするとともに、そのサービスが温暖化によってどのように変化し、人間生活へフィードバックするかを予測する。地球温暖化が漁村の景観や伝統文化に

及ぼす影響を検討する。

3) 水産物の生産安定化技術に関する開発

(1) 資源管理・漁業管理

- ① 主要水産資源や水産生態系鍵種の生息域の変化を把握する。温暖化に伴い新たに出現する可能性のある種ならびに減少する可能性のある種のリストを作成する。
- ② 温暖化に対して頑健な資源構成（例：多様な再生産戦略がとれるような産卵親魚の齢構成や遺伝的多様性）を明らかにする。資源予測モデルや経済モデル等を利用し、適切な資源構成の維持と経済的な採算性を考慮した資源管理手法を開発する。資源量・分布および種構成の変化がもたらす経営リスクの変化を予測し、望ましい経営形態のあり方を提言する。

(2) 増養殖における適応化技術

- ① 中長期的な観点から、温暖化影響の限界点（閾値）など、主要な増養殖対象種の増養殖種転換の判断指標を開発し、現場に普及する。
- ② 水温上昇等に伴って既往の生息域での生産の減少が見込まれる種あるいは栄養塩供給や餌料供給の面から生産が制限される種について、沖合沈下養殖技術、栄養塩ブロック技術など効果的な増養殖手法を開発する。また、増養殖に必要な、効率的な飼餌料の開発を行う。
- ③ 温暖化に伴う環境の変化（温度上昇、水位の上昇、海洋酸性化等）が、特に沿岸資源の初期生活史に悪影響を及ぼすことが危惧される場合、影響緩和に有効な種苗放流技術を開発し、現場に普及する。
- ④ 温暖化に伴い新たに利用可能となる種について、効果的な増養殖手法を開発するとともに、利用・加工技術開発と販路拡大戦略の提示を行う。
- ⑤ 高温耐性や耐病性等の遺伝子形質を備えた養殖品種の確立をめざし、育種技術を利用した温暖化影響適応技術を開発する。また、養殖産業の省エネ・省コストを図るために、高飼料効率・高成長特性を備えた養殖品種を作出する。

(3) 温暖化に伴う環境変化に対応した漁場保全技術

- ① 海面上昇等が漁港、漁村に及ぼす影響を緩和する技術を開発する。
- ② 温暖化に適応可能なサンゴの増殖技術を開発し、温暖化とそれに伴う水位上昇に対するサンゴ礁生態系保全に貢献する。
- ③ 温度上昇、水位上昇、気象の変化等に対応した藻場・干潟保全技術を開発する。

(4) 有害・有毒生物、疾病対策

- ① 温暖化に伴う新たな感染症の発生予測を行うとともに、それらの検出技

術や防除技術を開発する。

- ② 温暖化に伴う有毒プランクトンやナルトビエイなどの新奇有害生物の生理・生態特性を解明し、発生予測を行うとともにそれらの防除技術を開発する。
- ③ 温暖化に伴う外来種等の生理・生態特性を解明し、固有種に対する影響を評価するとともに、発生予測・防除技術を開発する。

4. 国際共同研究への取り組み

温暖化に伴う様々なリスクに適切に対応するために、国内外の研究動向を迅速に把握し、効率よく技術開発を行うため幅広く研究協力を実施する。開発途上国など、社会システムの脆弱性な地域では地球温暖化が農林水産業により大きな影響を与えることが懸念されている。これら地域で適用可能な適応策や対策技術について情報の提供、技術の普及・支援を積極的に行う。

北太平洋海洋科学機関（North Pacific Marine Science Organization; PICES）をはじめ SCOR、FAO などの国際機関で実施する温暖化関連プログラムと協調をはかり、国際的な視野のもと研究開発を実施する。日中韓三国 MOU の下での国際共同研究をはじめ、総合科学技術会議が進めるアジア・オセアニア地域との地球観測体制の強化と歩調を合わせた研究活動を推進する。

5. 研究成果の活用

得られた研究成果は、迅速に論文等にまとめるとともに、IPCC 等への貢献のため、国内海外に積極的かつ効果的に発信する。また、成果を直ちに生産現場で実証し普及させるとともに、シナリオや時間毎に体系的にとりまとめ、全体像がわかりやすい形で国民に報告する。行政部局が進める温暖化対策に研究成果が適切に反映されるよう、一層努力する。

6. その他

水研センターにおける温暖化研究を効率的かつ戦略的に推進するために所要の整備を進める。

参考資料

水研センターにおける地球温暖化対策研究戦略

◆基本的な考え方

※第二期～第三期を視野に、研究開発を推進する上で考慮すべき課題、及び現時点から検討すべき中長期的課題について整理

水研センターにおける地球温暖化対策研究は

1. ①防止技術研究、②適応技術研究(影響評価研究を含む)、③国際共同研究の3本柱で推進
2. 温暖化に対応した水産資源の安定供給、水産経営の発展につながる研究開発を推進
3. 対策技術の研究はLCAを考慮して推進すること
4. 研究成果を国民にわかりやすい形で示すとともに、海外への発信についても戦略的に検討

◆地球温暖化防止技術

○海洋生態系における炭素循環モデルの開発
次期約束期間の枠組み作りに向けた国際的議論の場に科学的知見やデータを適切に提供
・沖合域生態系および沿岸域生態系における炭素循環の定量的把握とそのモデル化を推進

○水産業における温室効果ガス排出量の算出
・カーボン・フット・プリントの推定や防止技術の定量的評価のため、水産業における温室効果ガス排出量の算出方法の確立と排出量の見積もり

○温室効果ガスの排出削減技術の開発
水産業における生産性や経済性を考慮した排出削減対策に貢献できる技術開発が重要
・浅海域等海洋における二酸化炭素吸収・固定に関する技術を開発
・漁船の船体抵抗の削減やLED利用など、水産の現場で導入可能な各種省エネルギー技術を開発
・カーボンニュートラル燃料の利用技術の開発
・バイオマスの資源化とカスケード利用技術の開発

◆地球温暖化適応技術

○温暖化モニタリング体制構築とデータベース化
温暖化影響への適切な対応のため温暖化モニタリングを実施
・モニタリングの効率化、高精度化のための技術の開発と体制整備
・モニタリングデータのデータベース化と一元管理

○温暖化影響評価と予測技術の開発
共通のシナリオ・時間軸を用いた、より精度の高い将来予測が必要
・生態系、資源、経済予測モデルの開発とその高精度化のためのパラメータの取得

○水産物の生産安定化技術の開発
生産現場でのニーズと影響予測を踏まえた適応技術の開発を計画的に実施
・温暖化に適応した資源管理技術の開発、高度化を行うとともに経営リスクの変化を予測した望ましい経営形態のあり方を提言
・主要な増養殖対象種の温暖化影響の限界点(閾値)を示すとともに効果的な増養殖手法を開発
・養殖における中長期的な温暖化適応技術として育種を利用した生産安定化技術を開発
・温暖化に伴う環境変化に対応した漁場保全技術を開発
・温暖化に伴い被害が拡大する可能性がある有害・有毒生物、疾病対策技術を開発

◆国際共同研究

○国内外の研究動向を迅速に把握し、効率よく技術開発研究を実施するため幅広く研究協力を実施。開発途上国等に適用可能な対策技術、適応技術は積極的に普及
・PICES、SCOR、FAOなどの国際共同機関で実施する温暖化関連プログラムと協調した研究
・東アジア域での国際共同研究の実施
・IPCCへの貢献

◆成果の普及

成果は直ちに現場で実証し、普及。国内外に効果的に発信してIPCC報告書等への貢献を強化

◆地球温暖化対策研究の推進のために

- 行政部局が進める温暖化対策に、研究成果を適切に反映されるよう一層の努力が必要
- 温暖化シナリオの策定能力やモデル研究、養殖技術開発、グローバルな視点での水産経済・政策研究の増強
- 内外の研究動向、温暖化に関わる様々な事象について、迅速かつ的確に情報を入手するとともに、他機関との連携強化による効率的な温暖化研究を推進

(1) 沖合・浅海域における炭素循環の把握

進行中課題

- ・暖海域の藻場生態系における炭素循環の実態解明とモデル開発(技・H18-22)
- ・寒海域の藻場生態系における炭素循環の実態解明とモデル開発(技・H18-22)
- ・西部北太平洋亜寒帯域(親潮域)表層の鉄濃度の変動と大気ダスト供給量との関係(科・H19-20)
- ・北太平洋高緯度海域のDMSフラックスの動態解明に関する研究(科・H19-20)
- ・オホーツク海・北太平洋亜寒帯における海洋基礎生産減少の要因解明および海洋CO₂吸収量への影響評価と予測(科・H19-23)

- ・モデル化
- ・河川、陸域、沖合との相互作用を考慮

～2010年頃

- ・藻場干潟を含む内湾・浅海域の炭素循環把握
- ・沖合域の炭素循環把握

(2) 温室効果ガス排出量の推定

～2010年頃

水産業における温室効果ガス排出量の算出方法の確立と排出量の見積もり

(3) 防止策研究

進行中課題

- ・漁船漁業構二酸化炭素排出量削減調査検討事業(水・H19-21)
- ・副部改造による省エネ技術の既存漁船への応用(交プロ・H19-20)
- ・水産バイオマスの資源化技術開発事業(水・H18-22)
- ・海藻バイオマスの分解による素材化技術の開発(交一・H18-22)
- ・いか釣り漁業における、効率的な操業パターンの開発(交一・H18-22)

- ・河川、陸域、沖合との相互作用を考慮
- ・モデル化
- ・バイオマス資源材料選定
- ・各種省エネルギーの取り組み

～2010年頃

- ・海況予測モデルを用いた漁期・漁場予測と情報提供システムの開発
- ・水産バイオマス利用のための基礎技術開発
- ・養殖業における省エネルギー技術開発
- ・漁船の船体抵抗の削減やLED利用など漁業における各種省エネルギー技術を開発

参考資料 進行中の課題と今後のとりくみ 2 (適応技術)

(1) モニタリング・データベース

進行中課題

- ・親潮および周辺水域の海洋環境長期変動モニタリングと低次生産システムへの影響評価(交一・H18-22)
- ・親潮域・混合域／黒潮・黒潮続流域／東シナ海における海洋環境と低次生態系のモニタリングと影響評価(技・H18-22)
- ・わが国沿岸周辺域の高解像度生態系予測システムの開発(交プロ・H20-22)
- ・地球温暖化による沿岸漁場環境への影響評価の適応策検討調査(水・H20-22)

- ・自動モニタリング体勢検討
- ・沿岸域～沖合域モデル

～2010年頃

- ・自動モニタリング体制構築
- ・沖合～沿岸域を包括する海況予測モデルの開発

(2) 影響評価と予測技術

進行中課題

- ・遺伝的環境ストレス指標による地域資源健康度診断法の開発(交プロ・H19-22)
- ・ヒラメの性分化における環境ストレスの影響解明(交プロ・H19-22)
- ・水産生物ゲノムの構造及び機能に関する基礎研究(交一・H18-22)
- ・沖合域における海洋生態系モデルの高度化と水産業への温暖化影響評価技術の開発(技・H18-22)
- ・地球温暖化が日本系サケマス資源に及ぼす影響の評価(技・H20-22)
- ・季節的な水温変動の変化が湖沼漁業生産に与える影響の評価(技・H20-22)
- ・温暖化が与える日本海の主要回遊魚類の既存産地への影響予測(技・H20-22)
- ・北海道周辺海域における水産気象災害のデータベース化と、その温暖化影響に係わる解析(交所・H20-21)

- ・資源への影響の評価＋経済影響
- ・温度の影響＋気象、酸性化他の影響

～2010年頃

- ・多様性指標の開発と多様性変化の把握
- ・水産生物の分布域モニタリングシステムの開発
- ・鍵種、資源の水温変化への応答、適応性の把握
- ・海面上昇、気候変化が漁港・漁村等に及ぼす影響予測
- ・温暖化影響の経済評価手法の開発
- ・資源生物への海洋酸性化の影響予測
- ・モデル解析等により気象災害の変化予測

(3) 生産安定化技術

進行中課題

- ・ニシンとマツカワを代表種とした寒海性魚類の地球温暖化の影響評価と増養殖技術の開発(技・H18-22)
- ・アマリ類新品種作出促進技術の開発(交プロ・H19-22)

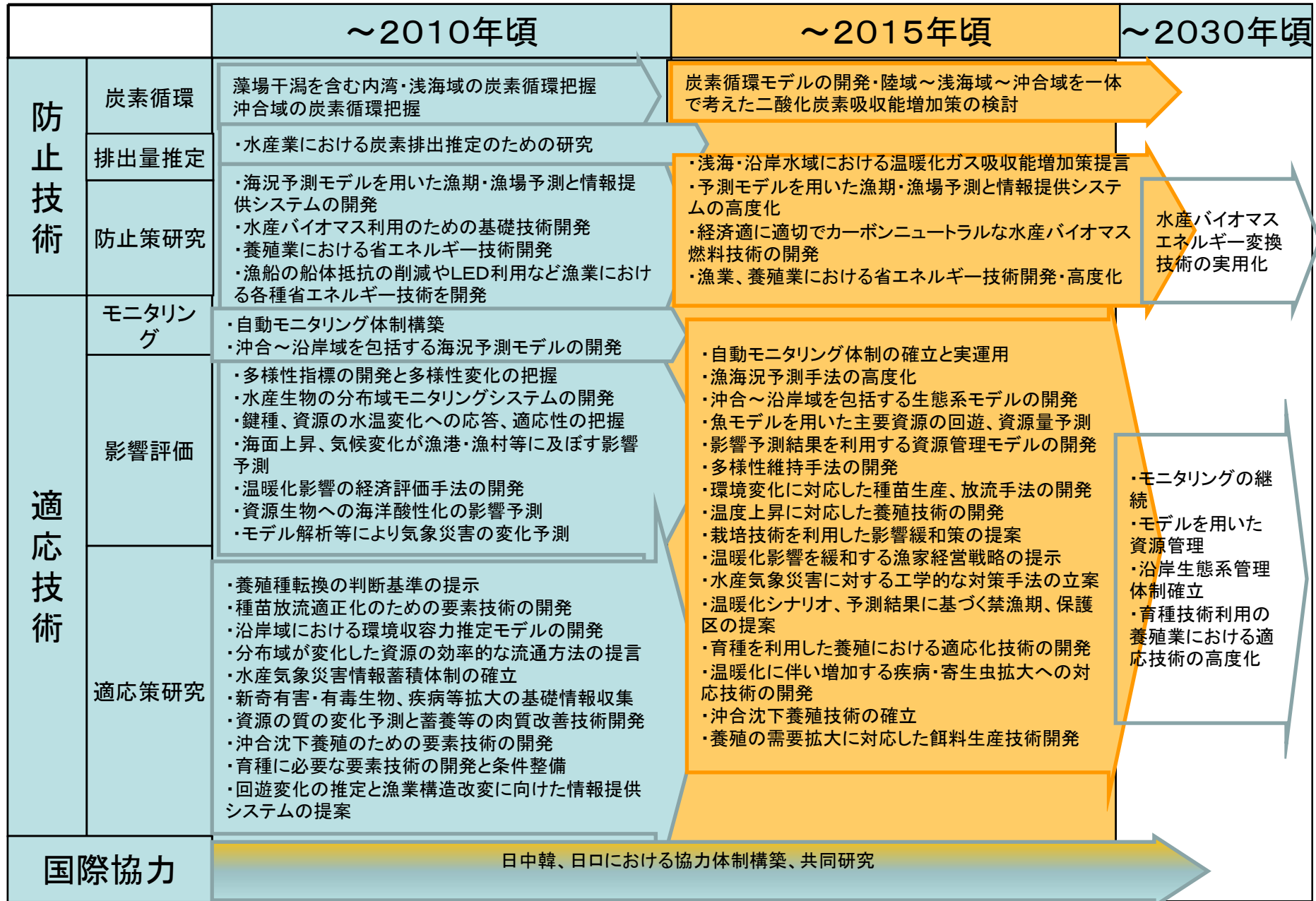
- ・様々な安定化技術の開発
- ・影響予測から生産安定化技術へ

～2010年頃

- ・養殖種転換の判断基準の提示
- ・種苗放流適正化のための要素技術の開発
- ・沿岸域における環境収容力推定モデルの開発
- ・分布域が変化した資源の効率的な流通方法の提言
- ・水産気象災害情報蓄積体制の確立
- ・新奇有害・有毒生物、疾病等拡大の基礎情報収集
- ・資源の質の変化予測と蓄養等の肉質改善技術開発
- ・沖合沈下養殖のための要素技術の開発
- ・育種に必要な要素技術の開発と条件整備
- ・回遊変化の推定と漁業構造改変に向けた情報提供システムの提案

参考資料

地球温暖化対策研究の工程表



水研センターにおける地球温暖化対策研究スキーム

参考資料

温暖化防止技術研究

- 沖合・浅海域における炭素循環の把握
- 浅海・沿岸水域における温暖化ガス吸収能増加策
- 水産バイオマス資源の循環利用
- 水産廃棄物等の資源化技術

温暖化防止への貢献

- #### 省エネルギー技術
- 漁船の構造物改良
 - 漁法の省エネ化
 - 新エネルギー利用技術
 - 高精度漁場予測

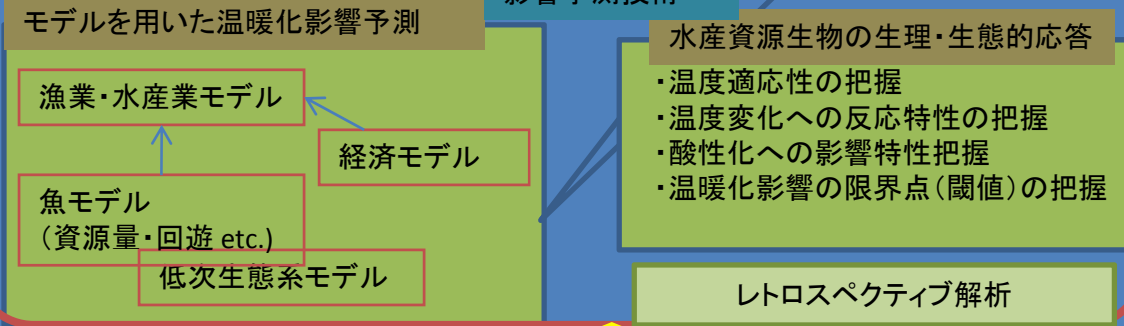
- #### 基礎的情報の整備
- 水産業における温室効果ガス排出量の推定

適応技術研究

生産安定化技術

- 温暖化、水位上昇、気候変動に対応した漁場整備・保全
 - 漁港・魚礁整備
 - サンゴ礁保全技術
 - 藻場・干潟保全技術
- 増・養殖における適応化技術
 - 生物季節、環境収容力変化に対応した放流手法
 - 増養殖種転換の判断基準の呈示
 - 温暖化に対応した養殖技術の開発
 - 育種
- 資源管理
 - モデルを用いた漁業管理技術の開発
- 有害・有毒生物、疾病対策
 - 環境にやさしい対策技術
 - 予防技術

影響予測技術



基盤技術

- モニタリングの実施と技術開発
 - 自動観測システムとモデル、リモセン技術を効果的に配備したモニタリング
 - 新奇有害生物、病気のモニタリング
- 長期蓄積試資料等のデータベース化
- アーカイブ資料復元システム開発

国際協力

- 開発途上国等への適用可能技術の移転
- 東アジア域での温暖化影響予測と適応化技術開発について共同研究
- IPCCへの貢献

適切な温暖化シナオの選択と導入