

4. 作物・品目ごとの影響評価情報

§3 ではそれぞれの地域のニーズにもとづいて、それぞれの地域を対象とした影響評価を実施し、その結果をまとめました。§4 では、地域毎に影響評価を実施することができない品目・項目について、作物品目ごとに影響評価情報を記載します。

4.1 農業

4.1.1 果樹

4.1.1.1 リンゴ

(ア)現在の影響状況

平成 30 年 10 月に公表された農林水産省「平成 29 年地球温暖化影響調査レポート」では、表 4.1-1 に示すリンゴへの影響が経年的に報告されています（図 4.1-1、図 4.1-2）。

表 4.1-1 リンゴへの影響一覧

	全国 (47)	北日本 (7)	東日本 (17)	西日本 (23)	参考			
					H28	H27	H26	H25
着色不良・着色遅延	8	2	6	0	8	4	4	8
日焼け果	5	3	2	0	6	6	6	6
虫害の多発（ハダニ類等）	2	1	1	0	2	1	1	1
発芽・開花期の前進	2	2	0	0	—	—	—	—
凍霜害	1	1	0	0	2	2	—	—
生育不良・肥大の遅れ	1	1	0	0	—	—	—	—



図 4.1-1 リンゴ（ふじ）の日焼け果

出典：農林水産省「H27 地球温暖化影響調査レポート」



図 4.1-2 着色不良（成熟期の高温によって増加）

出典：農林水産省「H25 地球温暖化影響調査レポート」

(イ) 将来予測される影響

本事業において実施した自治体へのアンケート結果によると、「栽培適地」の変化への影響や、「発芽・開花期の前進化」への影響、「果実品質」や「栽培管理」への影響、「病虫害」の発生への影響に対する情報提供が求められています。回帰式のみに限るものの「果実品質（食味・食感）」「発芽日」についての研究があります。

■ 果実品質（食味・食感）、発芽日

リンゴの果実品質（食味・食感）、発芽日に関しては、杉浦ら（2013）⁵⁵⁷に報告されています。ここでは当該結果について記載します。

【全国】

この研究では、青森県と長野県の果樹園を対象に過去 30~40 年に渡る気温と食味・食感に関するデータを分析しています。図 4.1-3~図 4.1-5 には、満開後 170 日の青森県の「ふじ」、満開後 180 日の長野県の「ふじ」、満開後 120 日の長野県の「つがる」を対象に、満開後の平均気温⁵⁵⁸と酸含量、果実硬度、蜜入り指数について分析した結果を示します。この結果によると、温暖化により酸含量が低下し、果実硬度が低下し、また蜜入り指数が低下する可能性が示唆されています。

⁵⁵⁷ 杉浦俊彦他 3 名（2013）：Changes in the taste and textural attributes of apples in response to climate change, Scientific Reports 3, Article number: 2418

⁵⁵⁸ 平均気温の算出には、青森県「ふじ」で満開後 100 日~170 日、長野県「ふじ」で満開後 110~180 日、長野県「つがる」で満開後 90~120 日の気温を用いました。

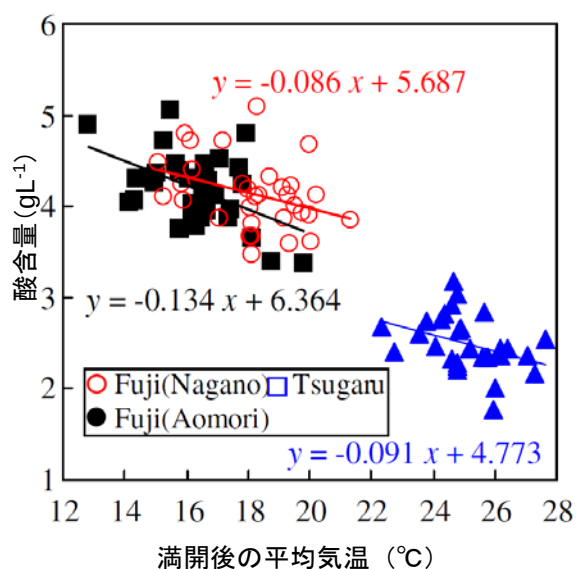


図 4.1-3 平均気温と酸含量の関係

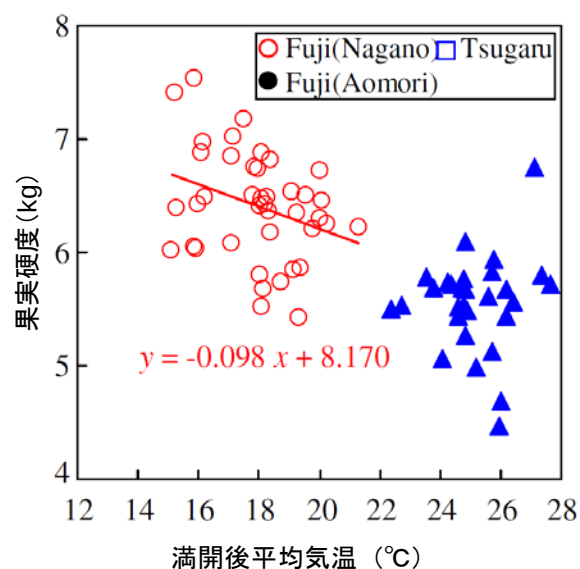


図 4.1-4 平均気温と果実硬度の関係

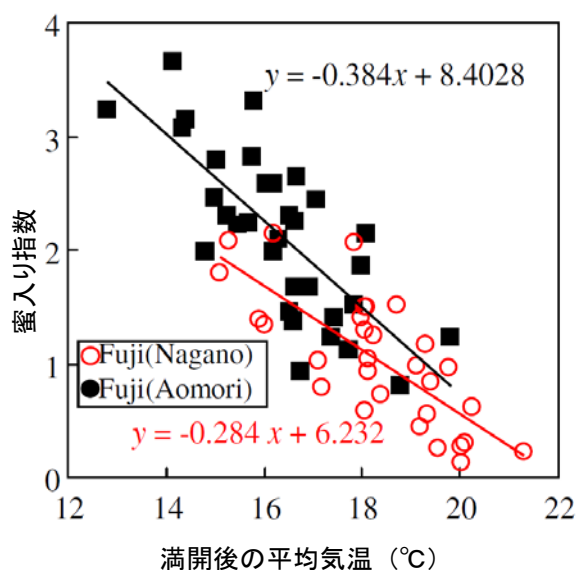


図 4.1-5 平均気温と蜜入り指数の関係

また、食味・食感の分析と同時に、発芽日と3月の平均気温との関係を分析しています。図 4.1-6 によると、当該月の平均気温が上昇すると、発芽日が前進化することが示されています。このことより、将来の気温上昇が、将来の発芽日を前進化させる可能性が示唆されます。

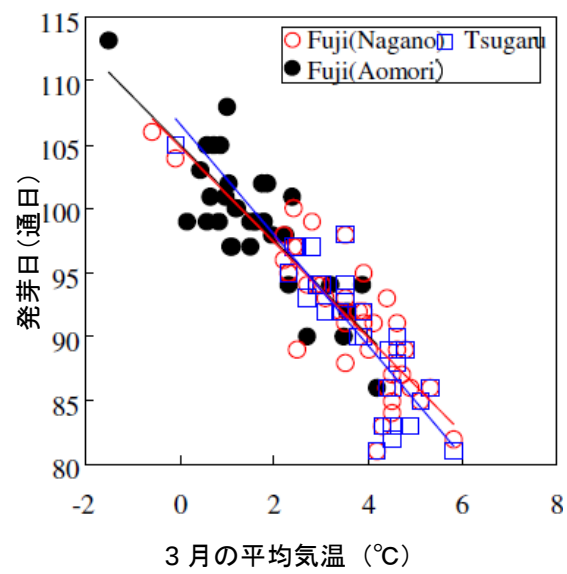


図 4.1-6 発芽日と3月の平均気温(°C)との関係

(ウ) 適応策

リンゴへの影響に対する適応策については § 5.2.2.1 を参照下さい。

4.1.1.2 オウトウ

(ア)現在の影響状況

本事業において実施した自治体へのアンケート結果によると、気候変動によるオウトウへの影響として、生育期間の前進化といった影響が報告されています。また、平成 30 年 10 月に公表された農林水産省「平成 29 年地球温暖化影響調査レポート」では、表 4.1-2 に示すオウトウへの影響が経年的に報告されています。

表 4.1-2 オウトウへの影響一覧

	全国 (47)	北日本 (7)	東日本 (17)	西日本 (23)	参考			
					H28	H27	H26	H25
着色不良・着色遅延	1	0	1	0	—	—	—	—
凍霜害	1	1	0	0	—	—	—	—

(イ)将来予測される影響

本事業において実施した自治体へのアンケート結果によると、高温によりオウトウが栽培できなくなる可能性が危惧されており、この可能性に対する情報提供が求められています。なお、現状報告されている影響情報は施設栽培での加温開始時期に留まります。

■ 高温影響

オウトウに対する高温による影響として、加温開始時期の変化に関する研究が、山梨県果樹試験場プロジェクト（2006）⁵⁵⁹に報告されています。ここでは当該結果について記載します。

【山梨県】

オウトウの施設栽培での加温開始時期の目安となる低温遭遇積算時間は 1,200 時間といわれています。なお、低温とは特別気温が 7.2℃以下の場合のことです。気候変動による気温上昇により、加温開始時期が後退することが予測されています。

2035 年頃の予測によると、オウトウの加温開始時期が現在よりも 10 日程度遅れることが予測されています（図 4.1-7）。

⁵⁵⁹ 山梨県果樹試験場プロジェクト（2006）：気候温暖化は 30 年後の果樹生産にどんな影響を及ぼすか（第 2 報）～近年の生育障害の特徴と将来の温度環境予測～,259-260

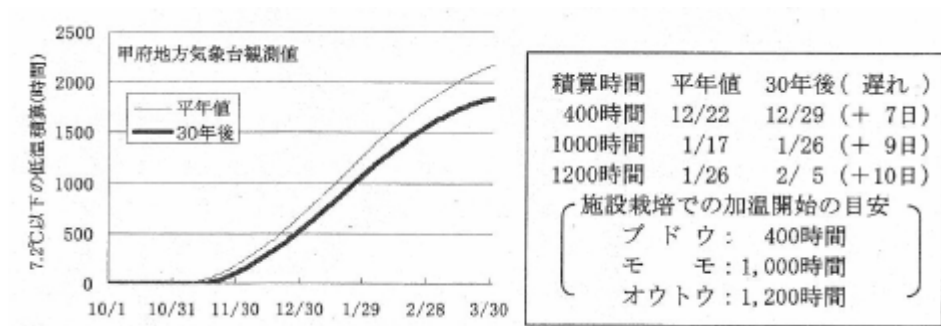


図 4.1-7 気温上昇が7.2℃以下の低温遭遇積算時間に及ぼす影響

(ウ) 適応策

オウトウへの影響に対する適応策については § 5.2.2.4 を参照下さい。

4.1.2 野菜

4.1.2.1 トマト

(ア)現在の影響状況

本事業において実施した自治体へのアンケート結果によると、気候変動によるトマトへの影響として、着色・着果不良、裂果などの影響が報告されています。また、平成 30 年 10 月に公表された農林水産省「平成 29 年地球温暖化影響調査レポート」では、表 4.1-3 に示すトマトへの影響が経年的に報告されています（図 4.1-8）。

表 4.1-3 トマトへの影響一覧

	全国 (47)	北日本 (7)	東日本 (17)	西日本 (23)	参考			
					H28	H27	H26	H25
着果不良（受精障害等）	12	3	6	3	18	16	13	21
生育不良	8	0	3	5	5	3	—	—
不良果（裂果・着色不良等）	5	0	1	4	3	4	4	10
病害の多発（青枯病、輪紋病等）	2	1	1	0	4	4	2	1
生理障害	2	0	2	0	2	1	—	—
尻腐れ果	2	0	1	1	1	—	3	6



図 4.1-8 トマトの裂果

出典：農林水産省「H29 地球温暖化影響調査レポート」

(イ)将来予測される影響

本事業において実施した自治体へのアンケート結果によると、「生育期」や「品質」、「病虫害」、「栽培適地」等に関する影響についての情報提供が求められています。特定の地域へは言及されていないものの「成長速度」の将来予測、また、回帰式のみで留まるものの「果実糖度」についての研究があります。ここでは当該情報について記載します。

■ 成長速度

施設栽培トマトの「成長速度」については、農林水産省委託プロジェクト研究の平成 29

年度研究成果発表会（2018）⁵⁶⁰にて研究成果が報告されています。ここでは当該結果について記載します。

【岐阜県】

60年後（2077-2081年）の7～9月の温室内気温は、現在の平年値（1981-2010年）と比べて2.8℃高くなると推定されました（図4.1-9）。このような未来環境下における施設栽培トマトの高温影響を推定したところ、生育が平年値に比べ15%抑制されました（図4.1-10）。また、一方で細霧冷房による対策を実施する場合は、8%のダウンに抑えることが可能と推定されました。細霧冷房の導入により、施設栽培トマトへの夏期の高温影響を低減させることが可能であると考えられます。

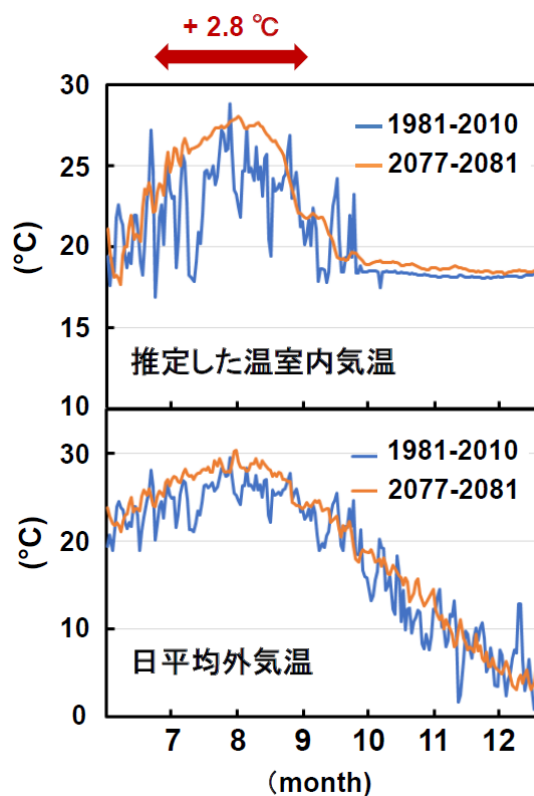


図 4.1-9 将来気候下での温室内気温の推定

⁵⁶⁰ 官野圭一（2018）：気候変化が温室内環境とトマト生育に及ぼす影響の解析，農林水産省委託プロジェクト研究「農林水産分野における気候変動対応のための研究開発」平成 29 年度研究成果発表会 地球温暖化時代の日本の農業・水産業～その変化と適応策～，ポスターNo.98, (<http://ccaff.dc.affrc.go.jp/conference2018/pdf/098.pdf>)

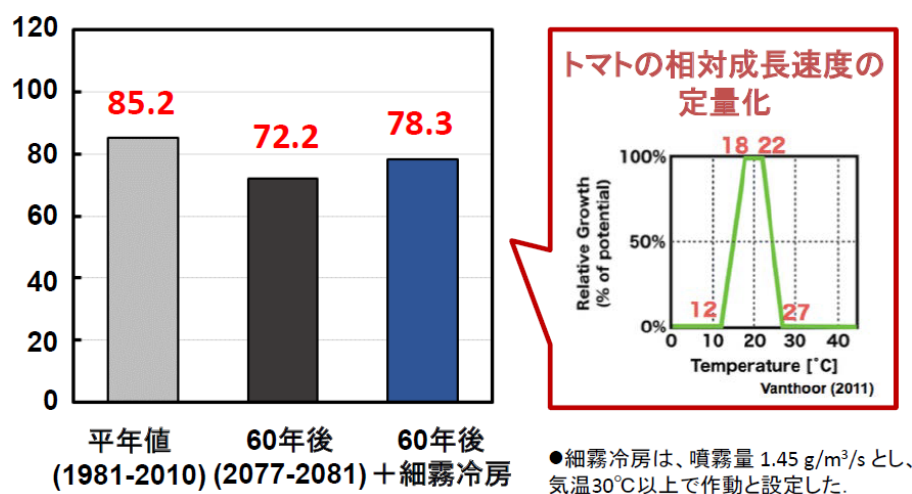


図 4.1-10 トマト生育への将来の高温影響と細霧冷房の効果

■ 果実糖度

施設栽培トマトの「果実糖度」については、農林水産省委託プロジェクト研究の平成 29 年度研究成果発表会（2018）⁵⁶¹に報告されています。ここでは当該結果について記載します。

【全国】

トマトの果実糖度への影響に対する、ヒートポンプの夜間冷房対策の効果を報告します。図 4.1-11 では、夏期高温時の果実成熟期間における日平均気温、平均日積算日射のそれぞれと果実糖度の相関関係について、2016 年と 2017 年（ヒートポンプによる夜間冷房の効果があつた年）の結果を比較しました。2017 年の回帰式は両図ともに正の相関となり、夏期に日射が多く高温になりやすい場合でも、日平均気温を低下させることで果実糖度への影響を抑制できることが示されました。

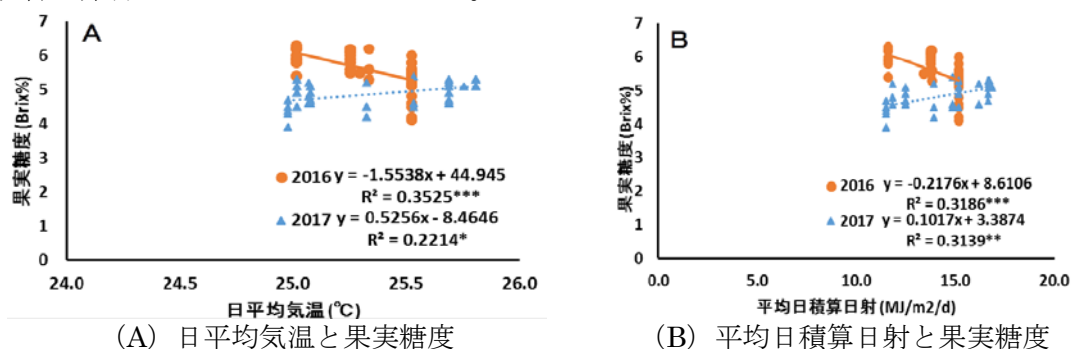


図 4.1-11 夏期高温時の果実成熟期間における果実糖度

⁵⁶¹ 東出忠桐（2018）：トマト果実成熟期間の気温および日射と糖度の関係，農林水産省委託プロジェクト研究「農林水産分野における気候変動対応のための研究開発」平成 29 年度研究成果発表会 地球温暖化時代の日本の農業・水産業～その変化と適応策～，ポスターNo.97, (<http://ccaff.dc.affrc.go.jp/conference2018/pdf/097.pdf>)

(ウ) 適応策

トマトへの影響に対する適応策については § 5.2.3.4 を参照下さい。

4.1.3 畜産

4.1.3.1 乳用牛

(ア)現在の影響状況

本事業において実施した自治体へのアンケート結果によると、気候変動による乳用牛への影響として、乳量・乳成分の低下、熱中症の発生に関する影響が報告されています。また、平成 30 年 10 月に公表された農林水産省「平成 29 年地球温暖化影響調査レポート」では、表 4.1-4 に示す乳用牛への影響が経年的に報告されています。

表 4.1-4 乳用牛への影響一覧

	全国 (47)	北日本 (7)	東日本 (17)	西日本 (23)	参考			
					H28	H27	H26	H25
乳量・乳成分の低下	16	0	8	8	15	14	13	16
斃死	15	1	5	9	14	10	11	10
繁殖成績の低下	8	0	3	5	9	10	9	10
疾病の発生	3	0	0	3	3	5	3	4

(イ)将来予測される影響

本事業において実施した自治体へのアンケート結果によると、乳用牛の「乳量」や「乳生産量」、「繁殖成績」、「熱中症」に関する影響についての情報提供が求められています。現状の研究状況に鑑みると、回帰式のみで留まるものの、愛媛県および徳島県における「乳量」や「乳生産量」に関する研究事例があります。そこで、ここでは当該情報について記載します。

■ 乳量／乳生産量

乳用牛の「乳量」や「乳生産量」に対する影響についての研究が、戸田ら（2002）⁵⁶²に報告されています。ここでは当該結果について記載します。

【愛媛県・徳島県】

この研究では、乳量水準 37kg/日である個体 B の期待乳量と実乳量の差と ET（日平均体感温度）の散布図および非線形回帰分析の結果を解析しています（図 4.1-12）。なお、このウシの臨界 ET は 20.3℃でした。また、臨界 ET 以上の湿温度環境下での、ET が 1℃上昇する場合の 1 日あたりの乳量の変化量は -1.71kg/日/ET となりました。なお、臨界 ET とは、暑熱環境の影響により乳量減少が始まる ET のことです。

なお、この結果はあくまでも乳量水準 37kg/日である個体 B の観測に基づく結果であることに留意下さい。

⁵⁶² 戸田克史・中井文徳・家木一・藤岡一彦・渡辺裕恭・井内民師・寺田文典（2002），暑熱環境下における体感温度の上昇がホルスタイン種牛の乳量に及ぼす影響，日本畜産学会報，73(1)，63-70

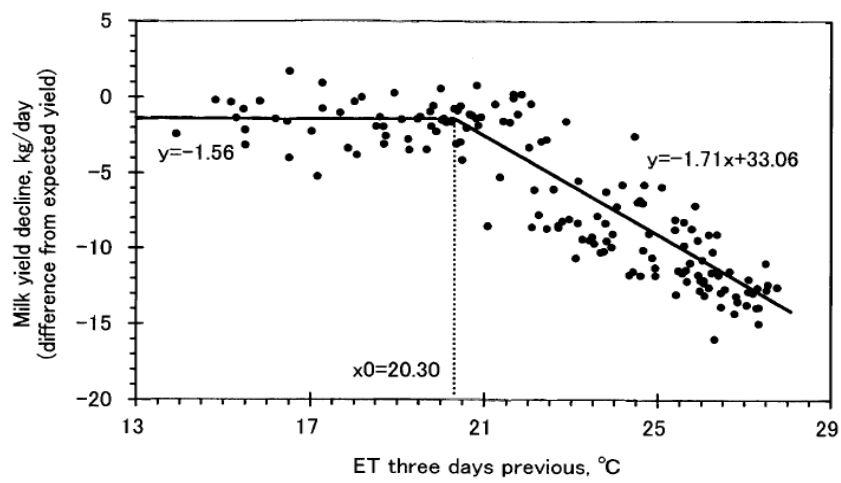


図 4.1-12 サンプル個体 B（乳量水準 37kg/日）の乳量減少量（期待乳量と実乳量の差）と ET（日平均体感温度）の関係

(ウ) 適応策

乳用牛への影響に対する適応策については § 5.2.6.3 を参照下さい。

4.2 水産資源・漁業

海洋では、現在までに日本周辺海域において海面水温が $+1.09^{\circ}\text{C}/100$ 年（図 4.2-1）、世界全体では $+0.54^{\circ}\text{C}/100$ 年の割合（図 4.2-2）で上昇が観測されており気候変動の影響が指摘されています。

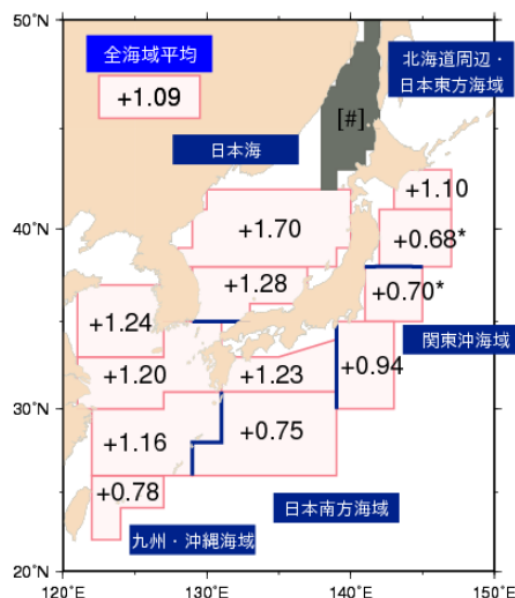


図 4.2-1 日本近海の海域平均海面水温（年平均）の長期傾向（ $^{\circ}\text{C}/100$ 年）
無印の値は信頼度水準 99%以上で統計的に有意な値。「*」は 95%以上で有意な値。「#」は統計的に有意な長期変化傾向が見いだせないことを示す。

出典：気象庁ウェブサイト

(http://www.data.jma.go.jp/kaiyou/data/shindan/a_1/japan_warm/japan_warm.html)

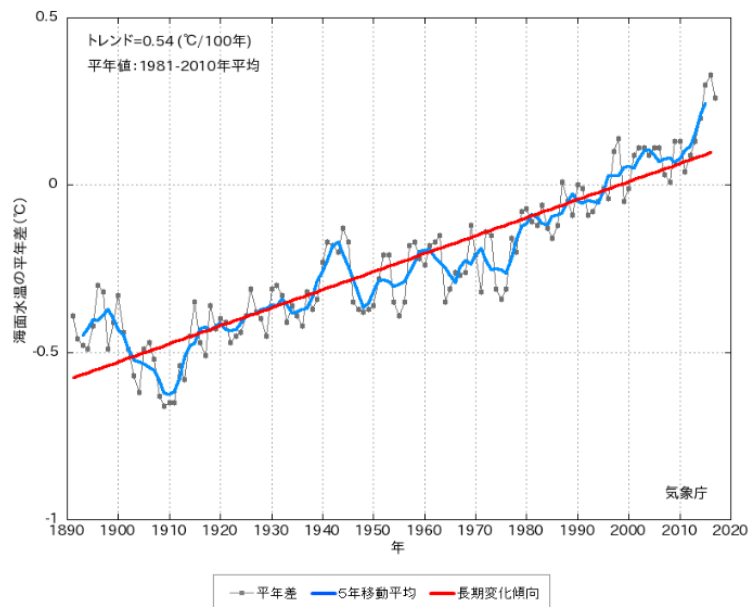


図 4.2-2 年平均海面水温（全球平均）の平年差の推移
各年の値を黒い実線、5 年移動平均値を青い実線、長期変化傾向を赤い実線で示す。
平年値は 1981～2010 年の 30 年平均値。

出典：気象庁ウェブサイト

(http://www.data.jma.go.jp/kaiyou/data/shindan/a_1/glb_warm/glb_warm.html)

一方で、北大西洋の平均海面水温が 60～100 年程度の周期で上昇、下降を繰り返す、大西洋数十年規模振動（図 4.2-3）や、エルニーニョやラニーニャに関連する太平洋十年規模振動（図 4.2-4）に伴う海面水温の変化、黒潮の数か月から十年規模の流路の変動（大蛇行、非大蛇行）（図 4.2-5、図 4.2-6）など、様々な海洋変動があることが知られています。長期的な海洋資源の動態や魚の回遊は、これら気候変動と自然変動の両方の要因を受けると考えられています。

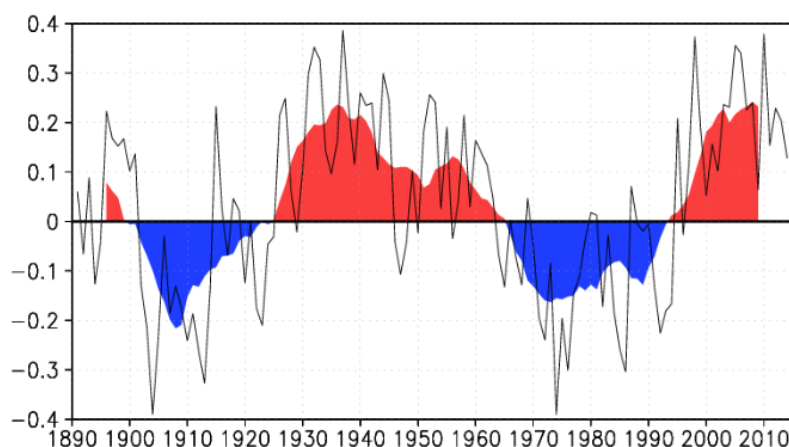


図 4.2-3 北大西洋で平均した海面水温

1901 年～2000 年の 100 年間の線形トレンド成分を差し引いてある。
黒線が年平均値、陰影はその 11 年移動平均を表す。

出典：気象庁ウェブサイト

(http://www.data.jma.go.jp/kaiyou/data/db/climate/knowledge/atl/atlantic_decadal.html)

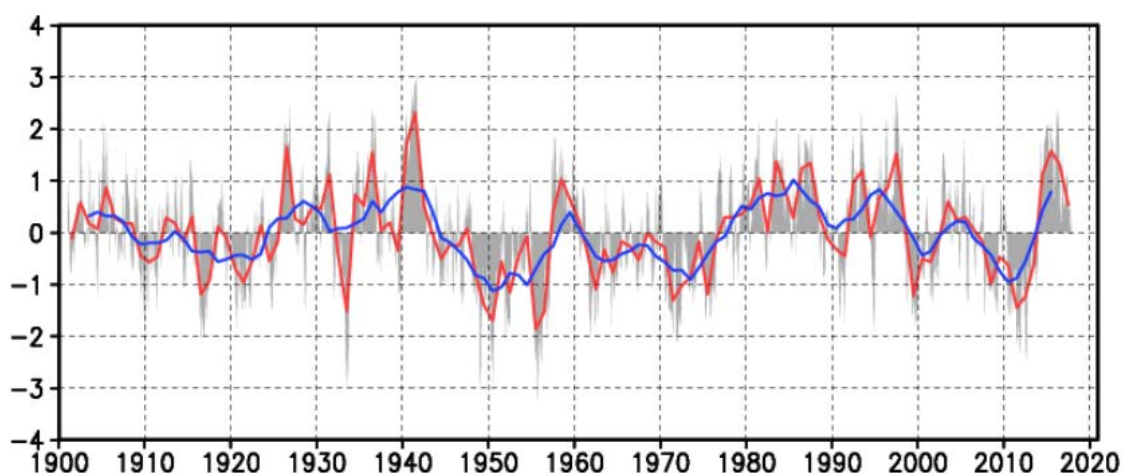


図 4.2-4 太平洋十年規模振動（PDO）指数の推移（1901～2017）

赤線が年平均値、青線はその 5 年移動平均値。また月ごとの指数を灰色の棒グラフで示してある。⁵⁶³

出典：気象庁ウェブサイト

(http://www.data.jma.go.jp/kaiyou/data/shindan/b_1/pdo/pdo.html)

⁵⁶³ 例えば、PDO が負の値の場合、赤道域の海面水温がラニーニャ現象に似た状態にあることと対応しています。（http://www.data.jma.go.jp/kaiyou/db/mar_env/knowledge/ohc/hiatus.html）

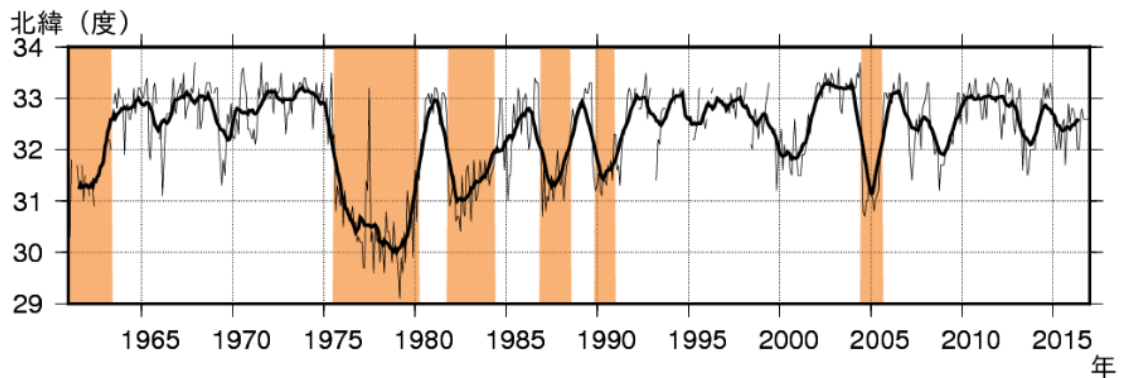


図 4.2-5 東海沖における黒潮流路の最南下緯度の経年変動（1961 年 1 月～2016 年 12 月）

東海沖における黒潮流路の月ごとの最南下緯度を細線で、13 か月移動平均値を太線で示す。オレンジ色は黒潮大蛇行の期間を表す。東海沖（東経 136 度～140 度）で黒潮が北緯 32 度以南まで南下した状態で安定していることが黒潮大蛇行の判定の目安になる。

この黒潮流路は、深さ 200m の水温資料、衛星の海面水温画像等から総合的に判断して決定したもの。

出典：気象庁ウェブページ

(http://www.data.jma.go.jp/gmd/kaiyou/data/shindan/b_2/kuroshio_stream/kuroshio_stream.html)

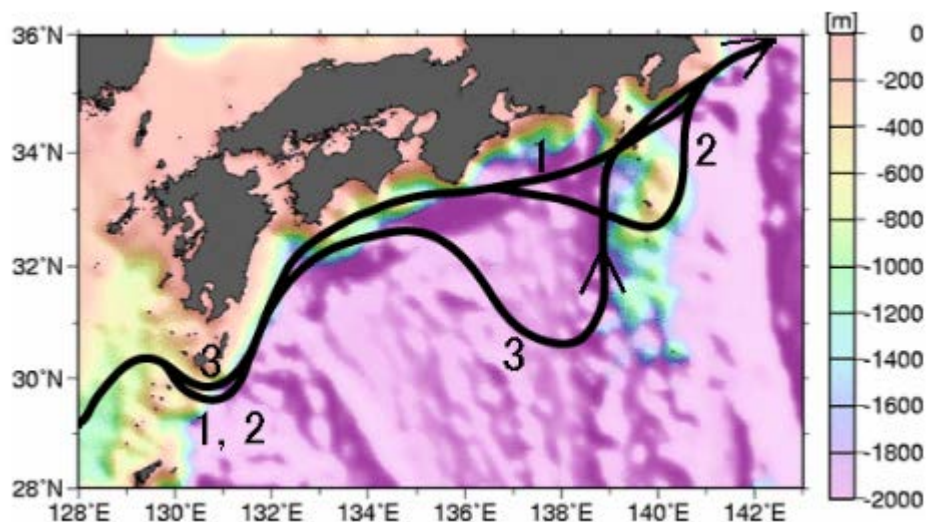


図 4.2-6 黒潮の典型的流路（1:非大蛇行接岸流路、2：非大蛇行離岸流路、3：大蛇行流路）

出典：気象庁ウェブページ

(http://www.data.jma.go.jp/gmd/kaiyou/data/shindan/b_2/kuroshio_stream/kuroshio_stream.html)

現時点においては、水産資源・漁業における影響評価事例は限られています。農林水産省による委託プロジェクト研究における研究成果を中心に、今後も最新の影響評価に関する文献の有無を確認の上、新たな文献が存在すれば、必要に応じて記載内容を更新する予定です。記載内容に変更が生じる可能性があることをご了承下さい。

4.2.1 水産業（増養殖等）

4.2.1.1 ノリ

（ア）現在の影響状況

本事業において実施した自治体へのアンケート結果によると、気候変動によるノリへの影響として、収穫量の減少や養殖適期の変化が報告されています。

また、水産総合研究センターの研究⁵⁶⁴によると、近年ノリの生産枚数の減少と低単価傾向が続いており、全国有数のノリの産地である有明海では、近年秋口の水温低下がなかなか進まず、採苗が遅れる傾向が認められています。

（イ）将来予測される影響

本事業において実施した自治体へのアンケート結果によると、ノリについて、「養殖適期」や「漁期スケジュール」の変化についての情報提供が求められています。ここでは、養殖適域に関する将来の影響を示します。

■ 養殖適域

スサビノリの「養殖適域」については、水産総合研究センター（2014）⁵⁶⁴による研究があります。この研究では、海面水温をもとに「養殖適域」の評価を行っています。ここでは当該結果について記載します。ただし、スサビノリ養殖は、一般的に栄養塩類の豊富な内湾域で行われており、水温以外の要素も関連していることから、適水温域の拡大がそのまま養殖適地の拡大とはならないことに留意する必要があります。

【全国】

スサビノリの生物学的特性値から、葉体期の適正水温は5℃以上、20℃以下、採苗（殻胞子）期の適正水温は10℃以上、25℃以下とされています。気候変動に伴う海水温の上昇に伴い、養殖可能な北限が上昇する一方で、南方では上限水温を超える領域が現れることにより、養殖不適となる可能性が予測されます。

（ウ）適応策

ノリへの影響に対する適応策については§5.5.1.1を参照下さい。

⁵⁶⁴ 独立行政法人水産総合研究センター（2014）：水産資源ならびに生息環境における地球温暖化の影響とその予測，水産研究・教育機構，水産総合研究センター報告書
(<https://www.fra.affrc.go.jp/kseika/ondanka/siry01.pdf>)

4.2.1.2 藻類

(ア)現在の影響状況

本事業において実施した自治体へのアンケート結果によると、気候変動による藻類の影響として、磯焼けの発生、亜熱帯性種の増加が報告されています。

また、水産総合研究センターの研究⁵⁶⁵によると、以前から沖縄県や九州に自生することが知られていた、熱帯から亜熱帯域を中心に分布する南方系（暖海性）ホンダワラ類の藻場が、九州西岸域では北上し、東岸域でも宮崎県内の各地で顕在化が確認されています。

(イ)将来予測される影響

本事業において実施した自治体へのアンケート結果によると、「分布域」、「藻場」の減少、「密度」、「種組成」の変化についての情報提供が求められています。しかし、現状の研究状況に鑑みると、定量的に影響評価が実施されているのは藻場の「分布域」の変化のみに留まります。ここではカジメの「分布域」に関する将来の影響を示します。

■ カジメの分布域（生息範囲）

カジメの分布については、桑原ら（2006）⁵⁶⁶による研究があります。ここでは当該結果について記載します。なお、評価水温は生活史の中で孢子体期と配偶体（成熟）期を対象とし、いずれも低水温期（2月）には10℃以上、高水温期（8月）には25℃以下をカジメの分布域として評価しています。

【全国】

・ 分布域

沿岸に生息するカジメは、南日本では短期⁵⁶⁷から大きな影響が出始め減少傾向が予測されています。

(ウ)適応策

藻類への影響に対する適応策については、調査範囲内において地域で実施されている事例は見当たりませんでした。

⁵⁶⁵ 独立行政法人水産総合研究センター（2014）：水産資源ならびに生息環境における地球温暖化の影響とその予測，水産研究・教育機構，水産総合研究センター報告書
(<https://www.fra.affrc.go.jp/kseika/ondanka/siryo1.pdf>)

⁵⁶⁶ 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(1)，49-57

⁵⁶⁷ 「短期」とは、おおよそ30年後（現状水温+1.0℃）と想定されています。

4.2.2 水産業(回遊性魚介類)

4.2.2.1 スルメイカ

(ア)現在の影響状況

本事業において実施した自治体へのアンケート結果によると、現状ではスルメイカに関する影響は報告されていません。

(イ)将来予測される影響

本事業において実施した自治体へのアンケート結果によると、スルメイカの「漁場形成」「回遊経路」「漁獲量」の変化についての情報提供が求められています。ここではスルメイカの「回遊経路」「漁場（漁獲量）・漁期」に関する将来の影響を示します。

■ スルメイカの回遊経路

スルメイカの回遊経路については、桑原ら（2006）⁵⁶⁸や木所ら（2011）⁵⁶⁹による研究があります。ここでは当該結果について記載します。

【全国】

・ 回遊経路（分布域（漁場））

桑原ら（2006）によると、スルメイカは浮魚類であるため、漁獲時期、操業期間などに若干の変化が見られるものの遊泳力が強いいため影響は軽微と予測されています。

【日本海】

・ 分布密度

木所ら（2011）によると、スルメイカの分布密度について、2050年には本州北部沿岸域で、2100年には北海道沿岸域でスルメイカの分布密度が低い海域が拡大すると予測しています。なお、日本海沿岸域ばかりでなく、亜寒帯冷水域にあたる日本海の中央部でもスルメイカの分布密度が夏季には低下すると予測しています。既存産地における温暖化による影響として、漁獲量が減少する可能性が推察されます。

⁵⁶⁸ 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(1)，49-57

⁵⁶⁹ 木所英昭・渡邊達郎・田永軍・井桁庸介・森本晴之・藤野忠敬（2011）：地球温暖化が農林水産業に及ぼす影響評価と緩和及び適応技術の開発，地球温暖化が農林水産業に及ぼす影響評価と緩和及び適応技術の開発（プロジェクト研究成果シリーズ 483），261-267

■ スルメイカの漁場（漁獲量）・漁期

スルメイカの漁場（漁獲量）・漁期については、農林水産省委託プロジェクト研究の平成 29 年度研究成果発表会（2018）⁵⁷⁰による研究があります。ここでは当該結果について記載します。

【日本海】

過去の調査結果に基づいて 0m 水温と 50m 水温に対するスルメイカの分布密度の関係を求めました。図 4.2-7 は、代表的な海域（間宮海峡、北朝鮮水域、北海道西、大和堆）の水温変化予測から CPUE（釣り機 1 台 1 時間あたりの漁獲尾数）の変化を予測しました。漁期が早期化し、大和堆では漁獲尾数が減少するなど北よりの海域ほど増加傾向にあります。

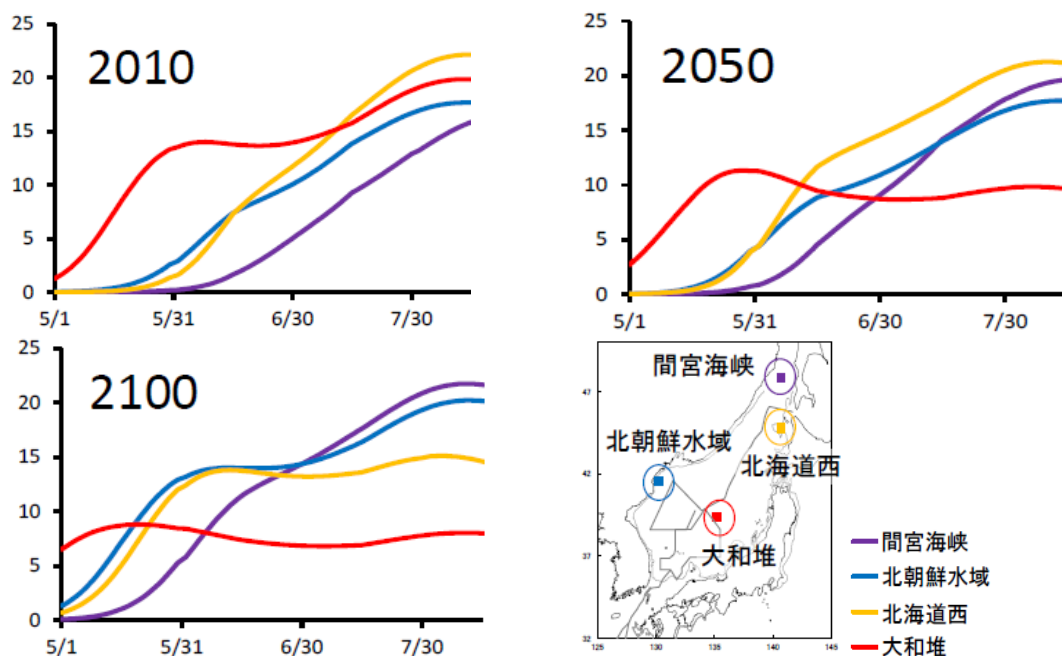


図 4.2-7 スルメイカの魚期・漁場に与える影響予測

(ウ) 適応策

スルメイカへの影響に対する適応策については、調査範囲内において地域で実施されている事例は見当たりませんでした。水産業（回遊性魚介類）全般に関する適応策については § 5.5.2 を参照下さい。

⁵⁷⁰ 久保田洋（2018）：気候変動による日本海のスルメイカの漁期・漁場と成長の変化，農林水産省委託プロジェクト研究「農林水産分野における気候変動対応のための研究開発」平成 29 年度研究成果発表会 地球温暖化時代の日本の農業・水産業～その変化と適応策～，ポスターNo.14, (<http://ccaff.dc.affrc.go.jp/conference2018/pdf/014.pdf>)

4.2.2.2 サンマ

(ア)現在の影響状況

本事業において実施した自治体へのアンケート結果によると、海洋環境の変化によるサンマの分布域や漁獲量の減少が報告されています。

(イ)将来予測される影響

本事業において実施した自治体へのアンケート結果によると、サンマの「回遊範囲」の変化や「資源」の変化についての情報提供が求められています。ここではサンマの「回遊範囲」「来遊時期・来遊量」に関する将来の影響を示します。

■ サンマの分布域（回遊範囲）

サンマの分布域については、桑原ら（2006）⁵⁷¹による研究があります。漁場は、8月は16～20℃、9月は16～19℃、10月は12～23℃、11月は12～22℃に形成され、これを評価水温に設定しています。

【全国】

・ 分布域（回遊経路）

サンマは浮遊魚であるため、漁獲時期、操業期間などに若干の変化が見られるものの遊泳力が強いと影響は軽微と予測されています。

■ サンマの来遊時期・来遊量

サンマの来遊時期・来遊量については、農林水産省委託プロジェクト研究の平成29年度研究成果発表会（2018）⁵⁷²による研究があります。

【千葉県～北海道沖】

1つの排出シナリオ（RCP8.5）⁵⁷³を用いて、現在気候（2011～2020年）と2つの将来気候（2051～2060年、2091～2100年）を対象に、サンマ（体長29cm以上）の来遊時期（漁期）・来遊量を予測しました（図4.2-8）。2051～2060年では、来遊量が多くなり、漁獲のピーク時期は遅くなることが予測されました。また、2091～2100年では来遊量が減少し、来遊時期が遅くなる（北海道沖では10月後半以降、常磐海域では12月以降）ことが予測

⁵⁷¹ 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(1)，49-57

⁵⁷² 渡邊一功（2018）：マサバ・マイワシ・サンマの漁期・漁場の変化，農林水産省委託プロジェクト研究「農林水産分野における気候変動対応のための研究開発」平成29年度研究成果発表会 地球温暖化時代の日本の農業・水産業～その変化と適応策～，ポスターNo.7，
(<http://ccaff.dc.affrc.go.jp/conference2018/pdf/007.pdf>)

⁵⁷³ 使用した気候（あるいは海洋）シナリオについての言及は見当たりませんでした。

されました。

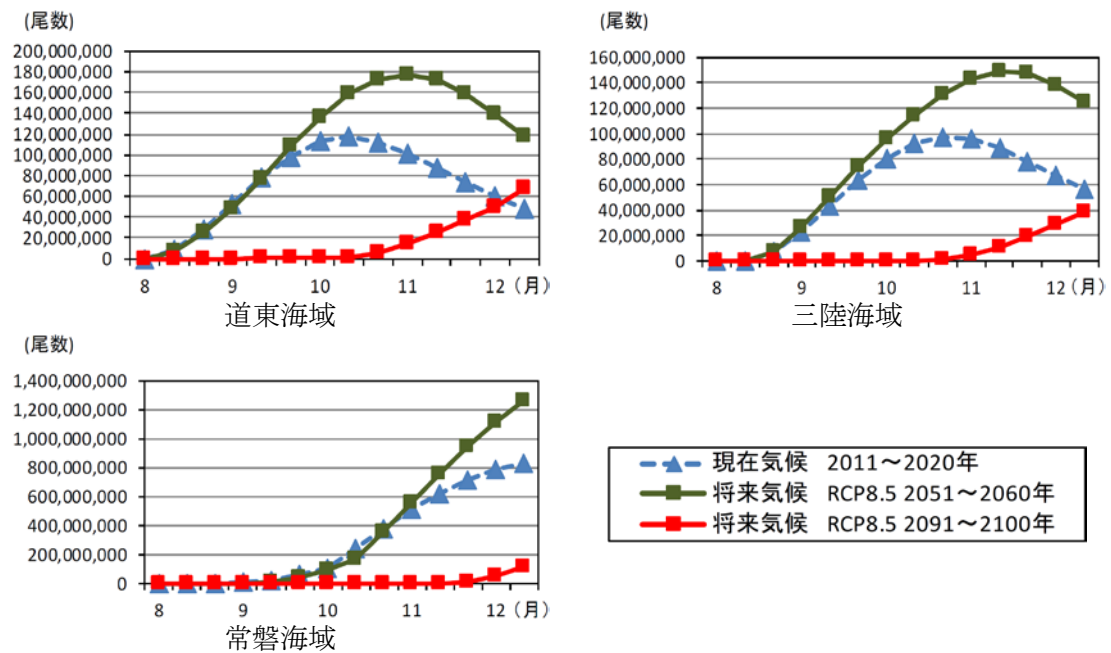


図 4.2-8 将来におけるサンマの資源量

(ウ) 適応策

サンマへの影響に対する適応策については、調査範囲内において地域で実施されている事例は見当たりませんでした。水産業（回遊性魚介類）全般に関する適応策については § 5.5.2 を参照下さい。

4.2.2.3 イワシ類（マイワシ）

（ア）現在の影響状況

本事業において実施した自治体へのアンケート結果によると、マイワシの分布域の変化による漁獲量の増加が報告されています。

（イ）将来予測される影響

本事業において実施した自治体へのアンケート結果によると、マイワシの「回遊範囲」の変化や「資源」の変化についての情報提供が求められています。ここではマイワシの「回遊範囲」「来遊時期・来遊量」に関する将来の影響を示します。

■ マイワシの分布域（回遊範囲）

マイワシの分布域については、桑原ら（2006）⁵⁷⁴による研究があります。

【全国】

・ 分布域

マイワシは浮遊漁であるため、漁獲時期、操業期間などに若干の変化が見られるものの遊泳力が強いいため影響は軽微と予測されています。長期的にみると、水温上昇に伴い、北海道区の海域の分布が増加すると予測されています。

■ マイワシの来遊時期・来遊量

マイワシの来遊時期・来遊量については、農林水産省委託プロジェクト研究の平成 29 年度研究成果発表会（2018）⁵⁷⁵による研究があります。

【全国】

1 つの排出シナリオ（RCP8.5）⁵⁷⁶を用いて、現在気候（2011～2020 年）と 2 つの将来気候（2051～2060 年、2091～2100 年）を対象に、マイワシの来遊時期（漁期）・来遊量を予測しました（図 4.2-9）。北上時期は半月～1.5 ヶ月旬程度早くなり、南下が半月～2 ヶ月程度遅くなることが明らかとなりました。また、北海道沖では来遊量が多くなり、6 月～12 月まで漁獲できることが予測されました。

⁵⁷⁴ 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(1)，49-57

⁵⁷⁵ 渡邊一功（2018）：マサバ・マイワシ・サンマの漁期・漁場の変化，農林水産省委託プロジェクト研究「農林水産分野における気候変動対応のための研究開発」平成 29 年度研究成果発表会 地球温暖化時代の日本の農業・水産業～その変化と適応策～，ポスターNo.7，
(<http://ccaff.dc.affrc.go.jp/conference2018/pdf/007.pdf>)

⁵⁷⁶ 使用した気候（あるいは海洋）シナリオについての言及は見当たりませんでした。

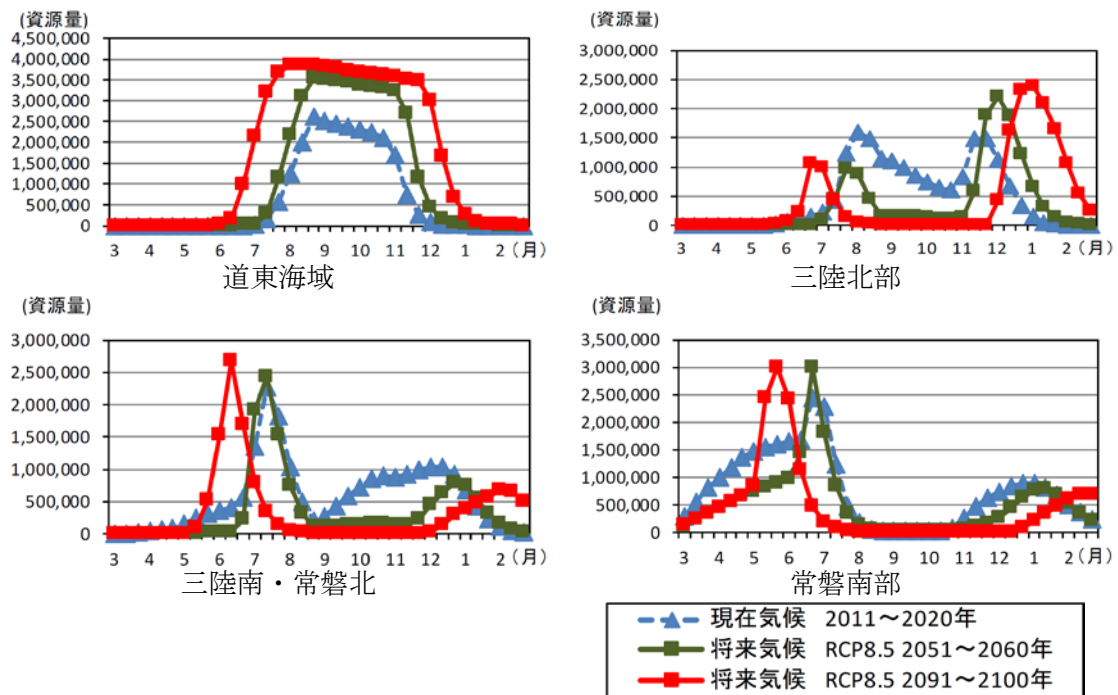


図 4.2-9 将来におけるマイワシの資源量

(ウ) 適応策

マイワシへの影響に対する適応策については、調査範囲内において地域で実施されている事例は見当たりませんでした。水産業（回遊性魚介類）全般に関する適応策については § 5.5.2 を参照下さい。

4.2.2.4 マサバ

(ア)現在の影響状況

本事業において実施した自治体へのアンケート結果によると、マサバの分布域の変化による漁獲量の増加が報告されています。

(イ)将来予測される影響

本事業において実施した自治体へのアンケート結果によると、マサバの「回遊範囲」の変化や「資源」の変化についての情報提供が求められています。ここではマサバの「回遊範囲」「来遊時期・来遊量」に関する将来の影響を示します。

■ マサバの分布域（回遊範囲）

マサバの分布域については、桑原ら（2006）⁵⁷⁷による研究があります。

【全国】

・ 分布域

マサバは浮遊漁であるため、漁獲時期、操業期間などに若干の変化が見られるものの遊泳力が強い影響は軽微と予測されています。長期的にみると、水温上昇に伴い、北海道区の海域の分布が増加すると予測されています。

■ マサバの来遊時期・来遊量

マサバの来遊時期・来遊量については、農林水産省委託プロジェクト研究の平成 29 年度研究成果発表会（2018）⁵⁷⁸による研究があります。

【全国】

1 つの排出シナリオ（RCP8.5）⁵⁷⁹を用いて、現在気候（2011～2020 年）と 2 つの将来気候（2051～2060 年、2091～2100 年）を対象に、マサバの来遊時期（漁期）・来遊量を予測しました（図 4.2-10）。北上時期は半月～1.5 ヶ月旬程度早くなり、南下が半月～2 ヶ月程度遅くなることが明らかとなりました。また、北海道沖では来遊量が多くなり、漁期が長くなることが予測されました。

⁵⁷⁷ 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(1)，49-57

⁵⁷⁸ 渡邊一功（2018）：マサバ・マイワシ・サンマの漁期・漁場の変化，農林水産省委託プロジェクト研究「農林水産分野における気候変動対応のための研究開発」平成 29 年度研究成果発表会 地球温暖化時代の日本の農業・水産業～その変化と適応策～，ポスターNo.7，
(<http://ccaff.dc.affrc.go.jp/conference2018/pdf/007.pdf>)

⁵⁷⁹ 使用した気候（あるいは海洋）シナリオについての言及は見当りませんでした。

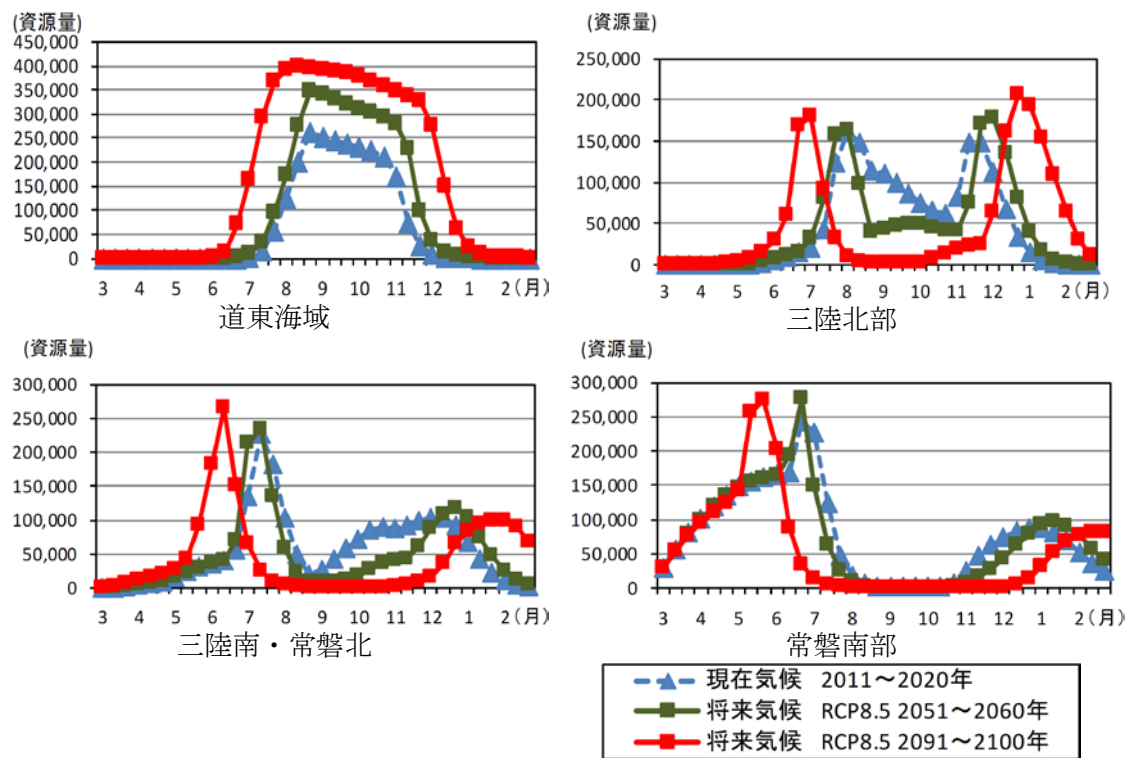


図 4.2-10 将来におけるマサバの資源量

(ウ) 適応策

マサバへの影響に対する適応策について、調査範囲内において地域で実施されている事例は見当たりませんでした。水産業（回遊性魚介類）全般に関する適応策については § 5.5.2 を参照下さい。

4.2.2.5 スケトウダラ

(ア)現在の影響状況

本事業において実施した自治体へのアンケート結果によると、スケトウダラの海洋環境の変化による産卵水域の縮小など漁獲量の減少が報告されています。

また、水産総合研究センターの研究⁵⁸⁰によると、スケトウダラ日本海北部系群の加入量は、親魚量と表面水温および対馬暖流の北上流量の関数で示すことができると紹介しています。そこでは、対馬暖流が強く、暖かい年には、再生産成功率が下がることが予想されています。一方で、1981年以降、再生産成功率が高かった年は1984-1988年だけであり、それ以降及びそれ以前の再生産成功率も低く留まっていたことから、単純に1989年以降の再生産成功率の低迷を、「温暖化」の結果と結論付けるのは適切ではないとされています。

(イ)将来予測される影響

本事業において実施した自治体へのアンケート結果によると、スケトウダラの「回遊範囲」の変化や「資源」の変化についての情報提供が求められています。ここではスケトウダラの「回遊範囲」に関する将来の影響を示します。

■ スケトウダラの分布域（回遊範囲）

スケトウダラの分布域については、桑原ら（2006）⁵⁸¹による研究があります。評価水温は生活史の中で成魚期を対象とし、低水温期（2月）には-1℃以上、高水温期（8月）には12℃以下をスケトウダラの分布域として評価しています。

【全国】

・ 分布域

分布水深の深いスケトウダラは、水深200mで評価すると温暖化による水温上昇はほとんど現れず、影響が少ないと予測されています。

(ウ)適応策

スケトウダラへの影響に対する適応策については、調査範囲内において地域で実施されている事例は見当たりませんでした。水産業（回遊性魚介類）全般に関する適応策については§5.5.2を参照下さい。

⁵⁸⁰ 独立行政法人水産総合研究センター（2014）：水産資源ならびに生息環境における地球温暖化の影響とその予測，水産研究・教育機構，水産総合研究センター報告書
(<https://www.fra.affrc.go.jp/kseika/ondanka/siry01.pdf>)

⁵⁸¹ 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(1)，49-57

4.2.2.6 マダイ

(ア)現在の影響状況

本事業において実施した自治体へのアンケート結果によると、現状ではマダイに関する影響は報告されていません。

また、水産総合研究センターの研究⁵⁸²によると、日本海北・中部におけるマダイの漁獲量は、1980年代終盤以降の漁獲量の増加傾向には、温暖化の影響も考えられるとされています。

(イ)将来予測される影響

本事業において実施した自治体へのアンケート結果によると、マダイの「回遊範囲」の変化や「資源」の変化についての情報提供が求められています。ここではマダイの「回遊範囲」に関する将来の影響を示します。

■ マダイの分布域（回遊範囲）

沿岸に生息するマダイの分布域については、桑原ら（2006）⁵⁸³による研究があります。ここでは当該結果について記載します。なお、評価水温は生活史の中で成魚期を対象とし、低水温期（2月）には7℃以上、高水温期（8月）には28℃以下をマダイの分布域として評価しています。

【全国】

・ 分布域

長期的にみると、水温上昇に伴い、北海道区の海域の分布が増加すると予測されています。

(ウ)適応策

マダイへの影響に対する適応策については、調査範囲内において地域で実施されている事例は見当たりませんでした。水産業（回遊性魚介類）全般に関する適応策については§5.5.2を参照下さい。

⁵⁸² 独立行政法人水産総合研究センター（2014）：水産資源ならびに生息環境における地球温暖化の影響とその予測，水産研究・教育機構，水産総合研究センター報告書

（<https://www.fra.affrc.go.jp/kseika/ondanka/siry01.pdf>）

⁵⁸³ 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(1)，49-57

4.2.2.7 カツオ

(ア)現在の影響状況

本事業において実施した自治体へのアンケート結果によると、気候変動によるカツオ等の回遊性の魚類への影響として、分布や漁獲量の変化が報告されています。

(イ)将来予測される影響

本事業において実施した自治体へのアンケート結果によると、カツオの回遊経路の変化についての情報提供が求められています。ここではカツオの「回遊経路」に関する将来の影響を示します。

■ カツオの回遊経路

カツオの回遊経路については、桑原ら（2006）⁵⁸⁴による研究があります。ここでは当該結果について記載します。

【全国】

・ 回遊経路（分布域（漁場））

カツオは浮魚類であるため、漁獲時期、操業期間などに若干の変化が見られるものの遊泳力が強い影響は軽微と予測されています。

(ウ)適応策

カツオへの影響に対する適応策については、調査範囲内において地域で実施されている事例は見当たりませんでした。水産業（回遊性魚介類）全般に関する適応策については § 5.5.2 を参照下さい。

⁵⁸⁴ 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(1)，49-57

4.2.2.8 ズワイガニ

(ア)現在の影響状況

本事業において実施した自治体へのアンケート結果によると、現状では気候変動によるズワイガニへの影響は報告されませんでした。

また、水産総合研究センターの研究⁵⁸⁵では、海洋環境の変化をズワイガニの浮遊幼生期の水温と対比しています。これによると、高水温期にはズワイガニ資源の高水準期、低水温期には低水準期が見られます。さらに水温の変化と資源量の変化までには、およそ5～8年のタイムラグが生じており、このタイムラグがズワイガニの浮遊幼生期から漁獲加入までの期間とほぼ一致することから、浮遊幼生期における何らかの海洋環境の変化が、ズワイガニ資源に影響を与えていることが考えられるとされています。

(イ)将来予測される影響

本事業において実施した自治体へのアンケート結果によると、ズワイガニの生息域の変化についての情報提供が求められています。ここではズワイガニの「分布・回遊範囲」に関する将来の影響を示します。

■ ズワイガニの分布・回遊範囲

ズワイガニの分布・回遊範囲については、桑原ら（2006）⁵⁸⁶による研究があります。ここでは当該結果について記載します。

【全国】

・ 分布・回遊範囲（分布域（漁場））

ズワイガニは分布水深が深く、水深200mで評価をすると、水温上昇はほとんど現れないため、影響は軽微と予測されています。

(ウ)適応策

ズワイガニへの影響に対する適応策については、調査範囲内において地域で実施されている事例は見当たりませんでした。水産業（回遊性魚介類）全般に関する適応策については§5.5.2を参照下さい。

⁵⁸⁵ 独立行政法人水産総合研究センター（2014）：水産資源ならびに生息環境における地球温暖化の影響とその予測，水産研究・教育機構，水産総合研究センター報告書

（<https://www.fra.affrc.go.jp/kseika/ondanka/siry01.pdf>）

⁵⁸⁶ 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(1)，49-57

4.2.2.9 マアジ

(ア)現在の影響状況

本事業において実施した自治体へのアンケート結果によると、気候変動によるマアジ等の回遊性の浮魚類への影響として、分布や漁獲量の変化が報告されています。

(イ)将来予測される影響

本事業において実施した自治体へのアンケート結果によると、マアジの分布・回遊範囲の変化についての情報提供が求められています。ここではマアジの「分布・回遊範囲」に関する将来の影響を示します。

■ マアジの分布・回遊範囲

マアジの分布・回遊範囲については、桑原ら（2006）⁵⁸⁷による研究があります。ここでは当該結果について記載します。

【全国】

・ 分布・回遊範囲（分布域（漁場））

マアジは浮魚類であるため、漁獲時期、操業期間などに若干の変化が見られるものの遊泳力が強い影響は軽微と予測されています。

(ウ)適応策

マアジへの影響に対する適応策については、調査範囲内において地域で実施されている事例は見当たりませんでした。水産業（回遊性魚介類）全般に関する適応策については § 5.5.2 を参照下さい。

⁵⁸⁷ 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(1)，49-57

4.2.2.10 ヒラメ

(ア)現在の影響状況

本事業において実施した自治体へのアンケート結果によると、現状ではヒラメに関する影響は報告されていません。

(イ)将来予測される影響

本事業において実施した自治体へのアンケート結果によると、ヒラメの「回遊経路」や「分布範囲」の変化についての情報提供が求められています。ここではヒラメの「分布域」に関する将来の影響を示します。

■ ヒラメの分布域

沿岸に生息するヒラメの回遊経路については、桑原ら(2006)⁵⁸⁸による研究があります。ここでは当該結果について記載します。なお、評価水温は生活史の中で成魚期を対象とし、低水温期(2月)には5℃以上、高水温期(8月)には27.5℃以下をヒラメの分布域としました。ただし、夏場の海面水温はヒラメが生息する水深帯(約30m)より1.5℃高いとし、29℃として評価しています。

【全国】

・ 分布域

ヒラメ高温側の限界値である29℃の等温線は現状では九州の南端にありますが水温上昇に伴い北上し、短期では九州や四国の南部、中期では瀬戸内海の全県が含まれ、長期では日本海側では新潟県以南、太平洋側では千葉県以南に達し生息不適となります。

(ウ)適応策

ヒラメへの影響に対する適応策については、調査範囲内において地域で実施されている事例は見当たりませんでした。水産業(回遊性魚介類)全般に関する適応策については§5.5.2を参照下さい。

⁵⁸⁸ 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(1), 49-57

年平均海面水温の変化（将来予測）

図 4.2-11 に、1981～2100 年の将来予測をもとに、海域別海面水温の 100 年あたりの変化量を示します（左は A1B シナリオ（およそ RCP6.0 に対応⁵⁸⁹）、右は B1 シナリオ（およそ RCP4.5 に対応）による予測結果）

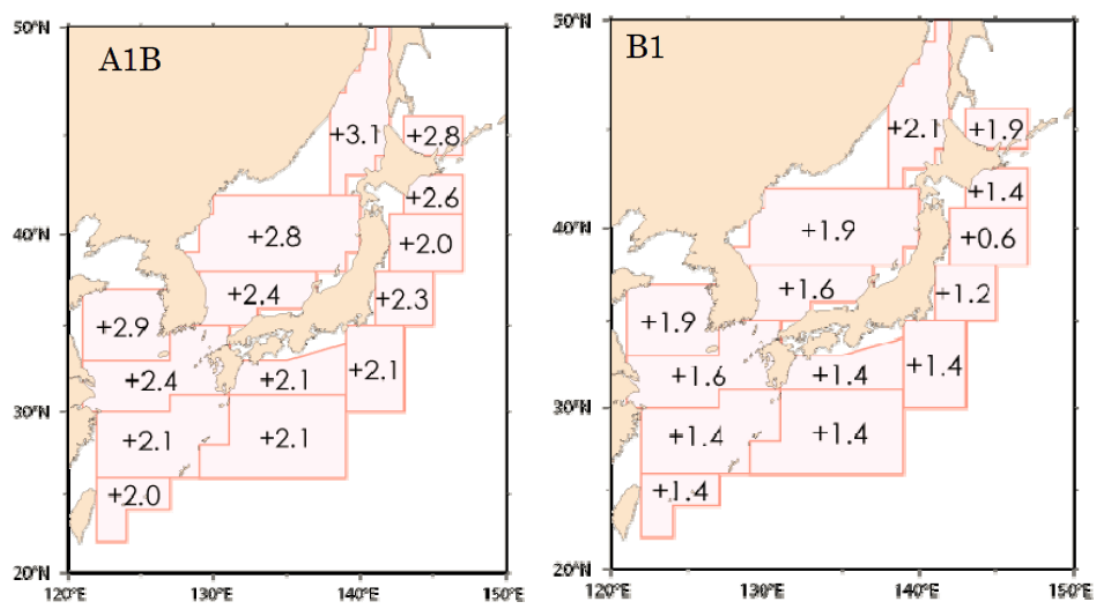


図 4.2-11 日本近海の海域平均海面水温（年平均）の長期変化傾向の将来予測（°C/100 年）

出典： 気象庁「地球温暖化予測情報 第7巻」

⁵⁸⁹ http://www.data.jma.go.jp/cpdinfo/climate_change/2014/pdf/2014_2-1.pdf