

3.6 北陸地域

3.6.1 ニーズのある品目・項目

北陸地域のアンケートに基づき、ニーズのある品目・項目を別紙に記載しました。別紙に●印のない品目・項目は、ニーズはあるものの、影響評価事例がないため、将来展望に記載していない品目・項目となります。

3.6.2 対象とする品目・項目

将来展望では、ニーズのある品目・項目のうち、影響評価事例のあるものを対象としました。北陸地域について対象とした品目・項目と、既存文献の活用手法について表 3.6-1 に整理しました。

表 3.6-1 本調査で対象とする品目・項目

No	分野	品目	項目	回答 自治体数	活用手法 ²⁶⁴	備考 ²⁶⁵
1	水稲	水稲	収量	3	既存文献引用	
			品質 ²⁶⁶	4	既存文献引用	
			病虫害	1	新規影響評価	
2	果樹	リンゴ	栽培適地	2	新規影響評価	
		カンキツ (ウンシュウミカン)	栽培適地	1	新規影響評価	
		カンキツ (タンカン)	栽培適地	1	新規影響評価	参考情報 ²⁶⁷
3	野菜	トマト	果実糖度	1	既存文献引用	§4 参照
4	麦・大豆・飼料作物等	大豆	収量	1	既存文献引用	
			品質	1	既存文献引用	他地域情報
			栽培適地	1	既存文献引用	他地域情報
		飼料作物	栽培適地 ²⁶⁸ (牧草)	1	既存文献引用	※ ²⁶⁹
5	畜産	肉用豚	日増体量	1	新規影響評価	
		肉用鶏	日増体量	1	新規影響評価	
		乳用牛	乳量	3	既存文献引用	※ ²⁷⁰ §4 参照

²⁶⁴ 新規影響評価：既存文献の情報をもとに、新規に影響評価を実施しました。既存文献引用：既存文献の影響評価の結果を直接引用しました。

²⁶⁵ 「他地域情報」と記載のある品目・項目については、当該地域の既存文献等がなかったため、その他の地域の情報を参考として掲載しています。

²⁶⁶ 白未熟粒、不稔、登熟不良を含みます。

²⁶⁷ 品目として「タンカン」はアンケートで挙げられなかったものの、既存文献が存在するため、参考として掲載することとしました。

²⁶⁸ 耐暑性牧草の育種や暖地型牧草への転換等の対策を検討する必要があります。

²⁶⁹ 定量的評価の際に必要なデータが入手が出来なかったためレビューに留めました。

²⁷⁰ 定量的評価の際に、時間別気温データが必要となります。将来の時間別気候シナリオの作成が困難であるためレビューに留めました。

No	分野	品目	項目	回答 自治体数	活用手法 ²⁶⁴	備考 ²⁶⁵
6	農業生産 基盤	農業生産基盤	農業用水	1	既存文献引用	
			農業施設 (排水機場等)	1	既存文献引用	
7	森林・林 業	シカ	分布域	1	既存文献引用	
8	水産業 ²⁷¹ (回遊性魚 介類)	カタクチイワ シ	仔魚の分布	1	既存文献引用	
		ズワイガニ	生育域	1	既存文献引用	§ 4 参照
		スルメイカ	漁場、漁獲量	1	既存文献引用	§ 4 参照
9	水産業 (増 養殖類)	藻場	分布	1	既存文献引用	他地域情報

²⁷¹ 水産業 (増養殖等)、水産業 (回遊性魚介類) への分類は、原則として、地域ニーズに関するアンケートに基づいて分類しました。

3.6.3 気候予測

3.6.3.1 気温

【全国】

図 3.6-1 に日本の 1981-2000 年および 2046-2055 年（RCP8.5）の年平均気温を示します。1981-2000 年の年平均気温と比較して、2046-2055 年には全国的に上昇することが予測されました。

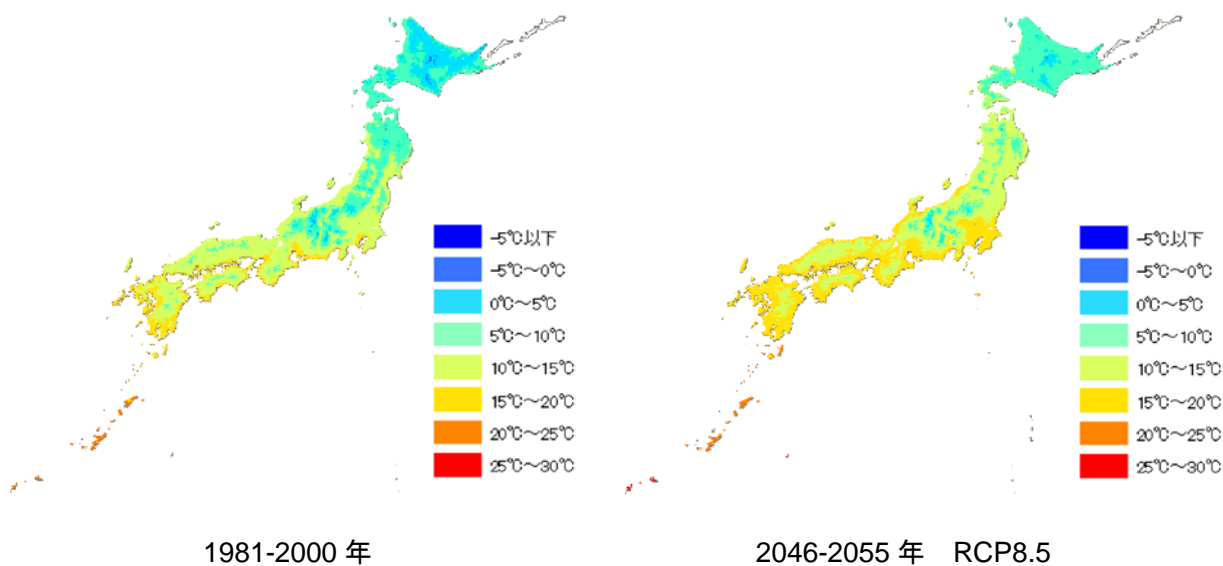


図 3.6-1 年平均気温

【北陸】

図 3.6-2 に北陸の 1981-2000 年および 2046-2055 年（RCP8.5）の年平均気温を示します。1981-2000 年の年平均気温と比較して、2046-2055 年には上昇することが予測されました。

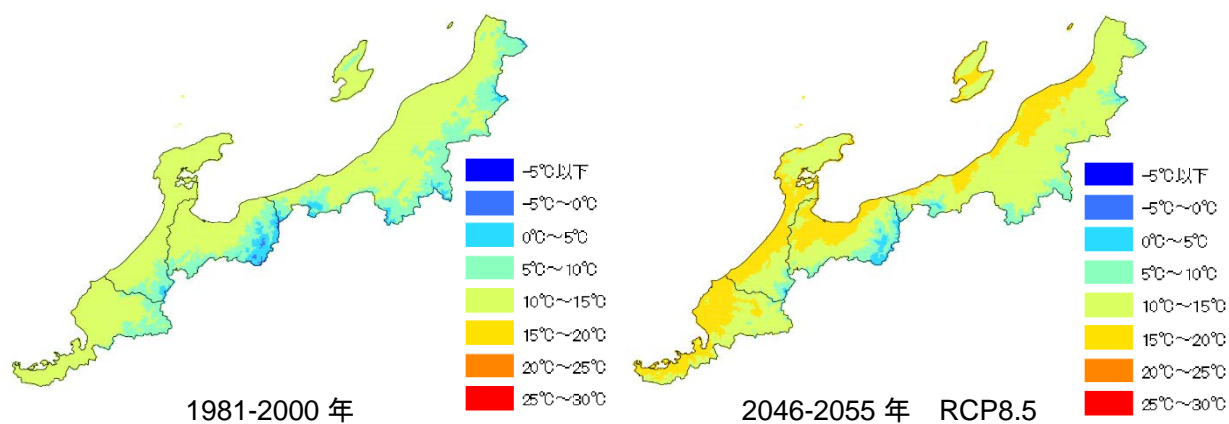
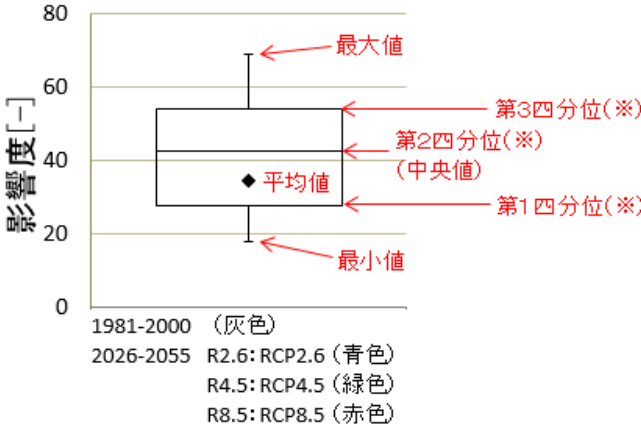


図 3.6-2 年平均気温（北陸地域）

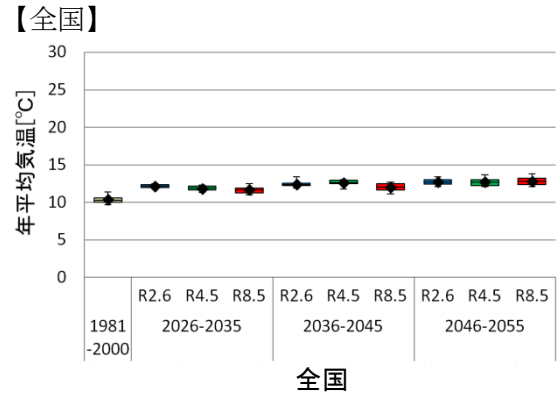
以下では、1981-2000 年および将来 3 期間（RCP 別）のそれぞれの 10 年における予測値を箱ひげで記載しています。箱ひげの見方については図 3.6-3 を参照下さい。



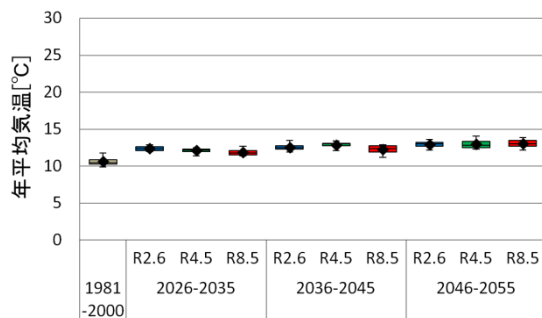
※データを降順に並べた際、4等分する位置にくる値を四分位数といいます。そのため第3四分位は、データの上位25%に位置する値、第1四分位は下位25%に位置する値です。

図 3.6-3 箱ひげの解説

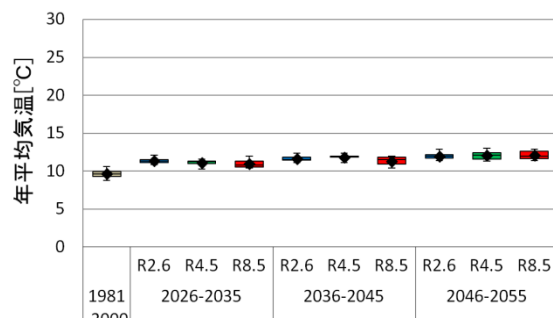
図 3.6-4 に北陸における年平均気温の推移を示します。



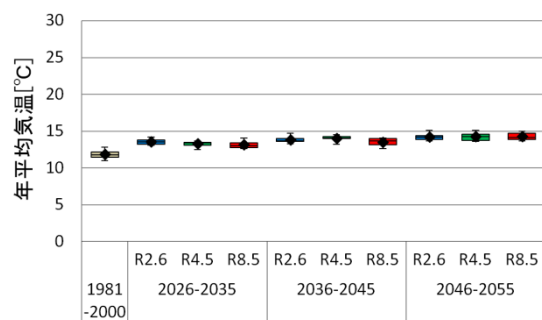
【北陸】



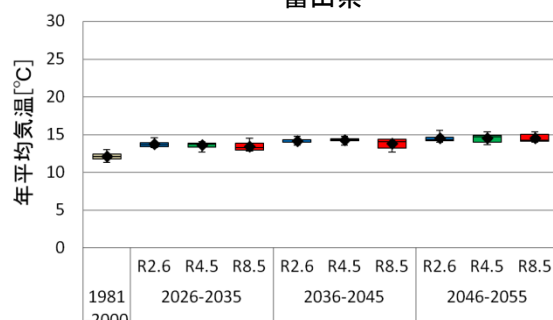
新潟県



富山県



石川県



福井県

図 3.6-4 年平均気温の推移

3.6.3.2 降水量

【全国】

図 3.6-5 に日本の 1981-2000 年および 2046-2055 年 (RCP8.5) の年降水量を示します。1981-2000 年の年降水量と比較して、2046-2055 年は全国的に増加する場合と減少する場合があります、有意な差は見られません。

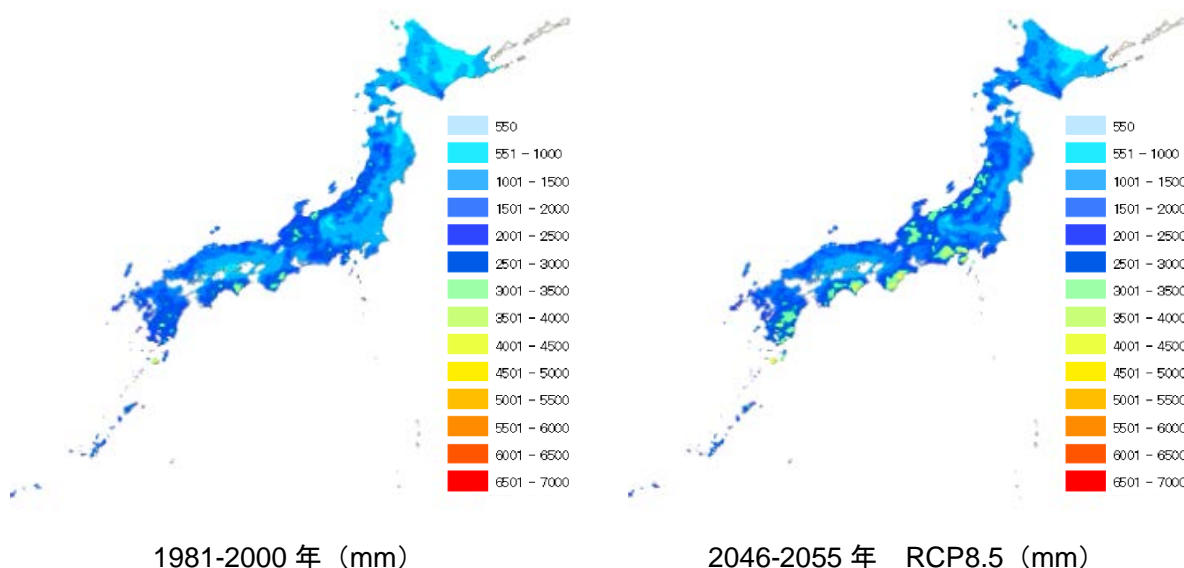


図 3.6-5 年降水量

【北陸】

図 3.6-6 に北陸の 1981-2000 年および 2046-2055 年 (RCP8.5) の年降水量を示します。1981-2000 年の年降水量と比較して、2046-2055 年には増加することが予測されました。

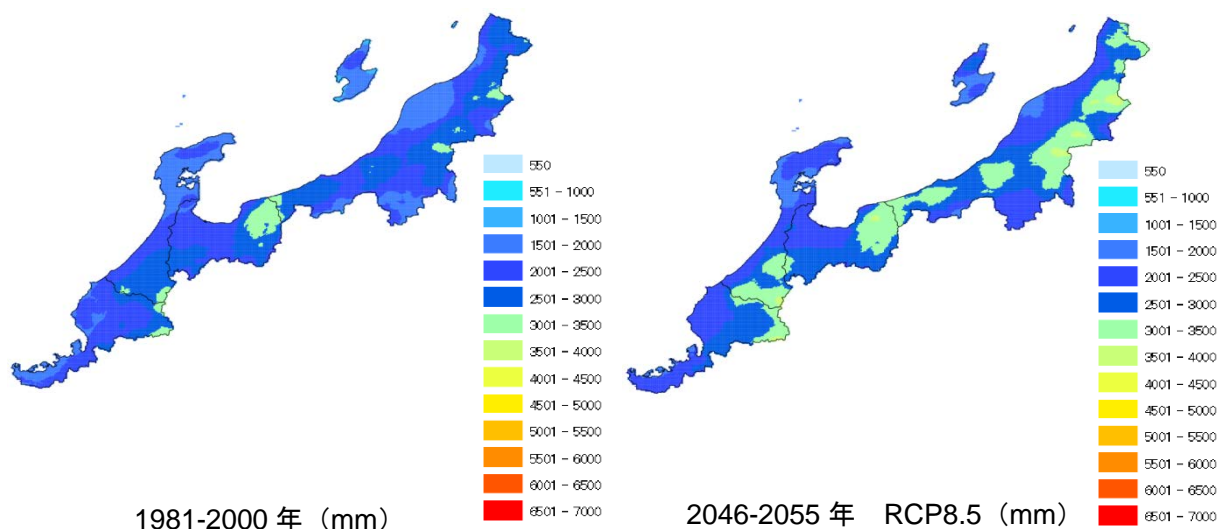


図 3.6-6 年降水量（北陸地域）

図 3.6-7 に北陸における年降水量の推移を示します。

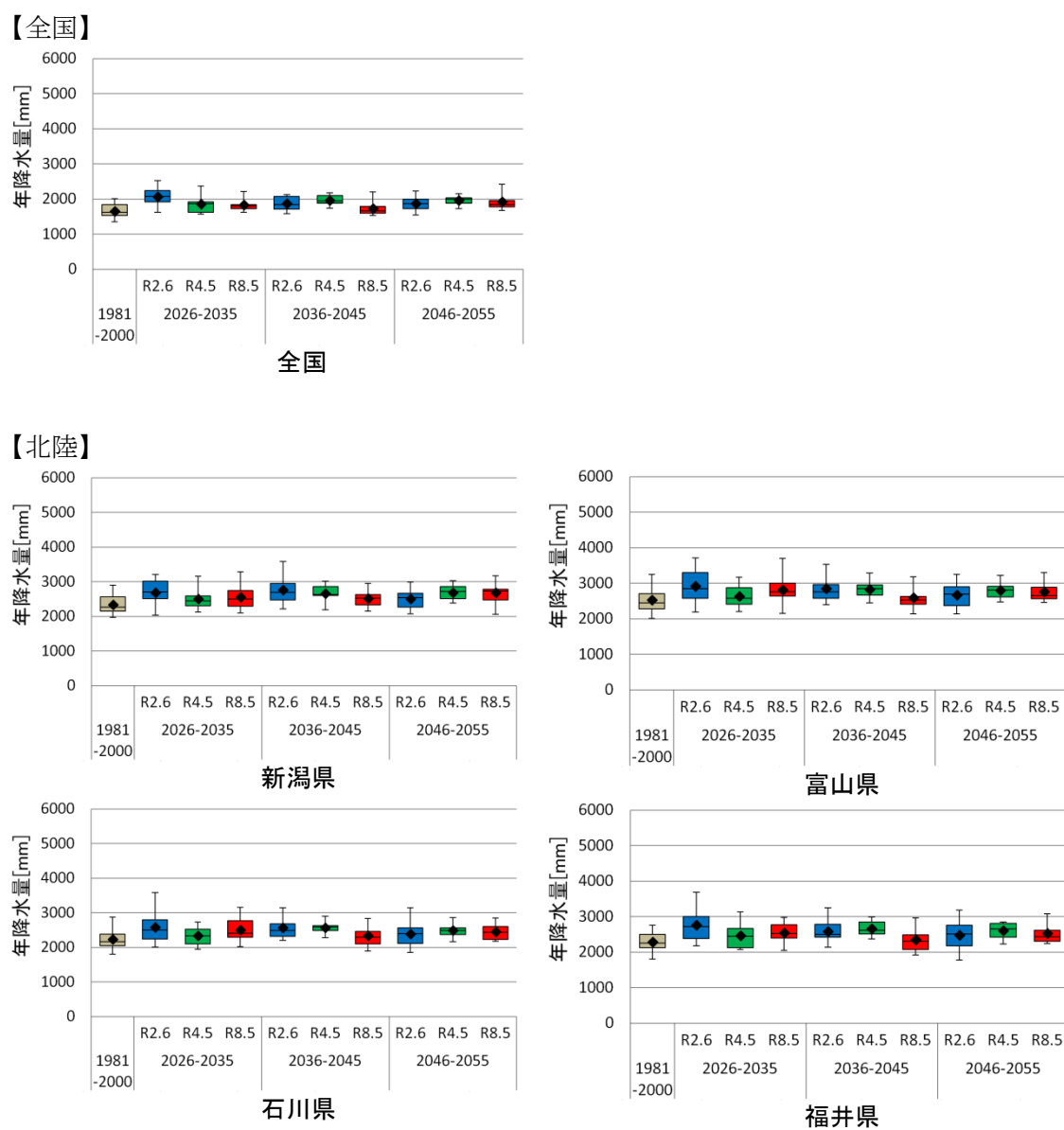


図 3.6-7 年降水量の推移

3.6.4 影響予測

3.6.4.1 農業

(1) 水稲

(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、気候変動による水稲への影響として、白未熟粒の発生や病害虫の増加、胴割粒の発生²⁷²といった影響が報告されています（図 3.6-8）。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 3.6-2 に示す水稲への影響が経年的に報告されています。

表 3.6-2 水稲への影響一覧

	全国 (47)	北日本 (7)	東日本 (17)	西日本 (23)	参考			
					H28	H27	H26	H25
白未熟粒の発生	23	0	5	18	27	20	17	27
虫害の多発	9	0	6	3	8	6	4	8
粒の充実不足	4	0	0	4	6	8	8	10
胴割粒の発生	4	1	1	2	5	3	5	8
登熟不良	3	1	1	1	2	3	—	—
生育不良	2	0	1	1	1	1	—	—
病害の多発	1	0	1	0	2	4	—	—
作期の前進	1	0	1	0	—	—	—	—
穂発芽	1	0	1	0	—	—	—	—

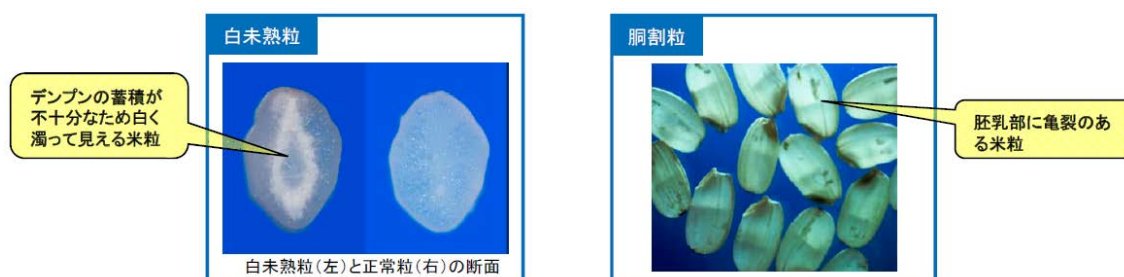


図 3.6-8 白未熟粒と胴割粒

出典：農林水産省「H27 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、「収量」や「品質」²⁷³の変化、「病害虫」の変化による影響に関する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、北陸地域を含んで定量的に影響評価が実施されているのは水稲の「収量」や「品

²⁷² これまでの試験等から、出穂後約 20 日間の平均気温が 26～27℃以上で白未熟粒の発生割合が増加し、出穂後 10 日間の最高気温が 32℃以上で胴割粒の発生割合が増加するなどの影響を受けることが知られています（農林水産省「H27 地球温暖化影響調査レポート」より）。

²⁷³ 形質、白未熟粒、不稔、登熟不良等。

質」²⁷⁴、そして「病害虫」に留まります。ここでは、「収量」「品質」「病害虫」に関する将来の影響を示します。

■ 収量

水稻の「収量」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）²⁷⁵や石郷岡ら（2014）²⁷⁶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。ただし、ここで示される収量は、未熟米や屑米を含む粗玄米収量とします。

＜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）＞

【東北～近畿】

最新の気候シナリオ（1つの GCM モデル（MIROC5）、1つの排出シナリオ（RCP4.5））と最新の影響評価モデルを用いて、現在（1981-2000 年）と近未来（2041-2060 年）の玄米収量の変化率を予測しました（図 3.6-9）。なお、移植日・品種は作柄表示地帯ごとに現在のもので固定しました。「CO₂ 濃度による増収効果は高温条件で抑制される」という新たな知見を組み込んだ最新のモデルによる予測の結果、従来の結果に比べて予測収量が低下する結果となりました。

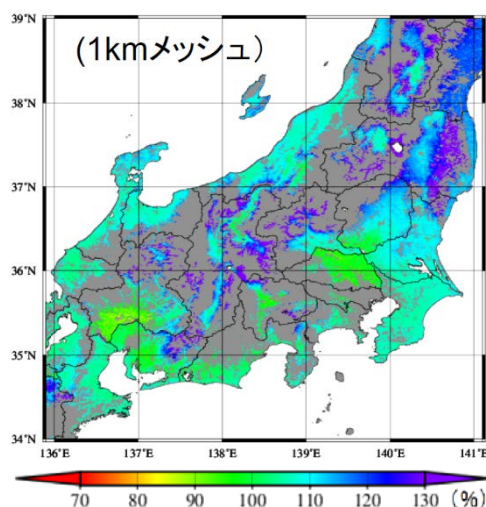


図 3.6-9 近未来（2041-2060 年）における相対玄米収量の予測結果の例
（排出シナリオ：RCP4.5、気候モデル：MIROC5）

²⁷⁴ 「品質」そのものの評価ではなく、品質低下リスクとしての評価であることに留意下さい。

²⁷⁵ 桑形恒男（2018）：気候変動が水稻作に与える影響と適応技術の評価，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.26, (<http://ccaff.dc.affrc.go.jp/conference2018/pdf/026.pdf>)

²⁷⁶ 石郷岡康史ら（2014）：S-8-1(6) 農業・食料生産における温暖化影響と適応策の広域評価.S-8 温暖化影響評価・適応政策に関する総合的研究 2014 報告書「日本への影響」－新たなシナリオに基づく総合的影響予測と適応策－, 9-10.

<石郷岡ら（2014）>

【全国】

石郷岡ら（2014）では、現行の移植日、品種、栽培条件を想定した収量への影響評価を実施しています。図 3.6-10 に影響評価の対象期間が 21 世紀半ば（2031-2050 年）、気候モデルが MIROC5 の場合の、現在の収量からの変化率を示します（現在の収量 = 1）。

粗玄米収量は全般に増加傾向を示します。また、現在、低温が問題となっている中部地方の山間部、東日本や北海道の一部においては増加が予測されています。

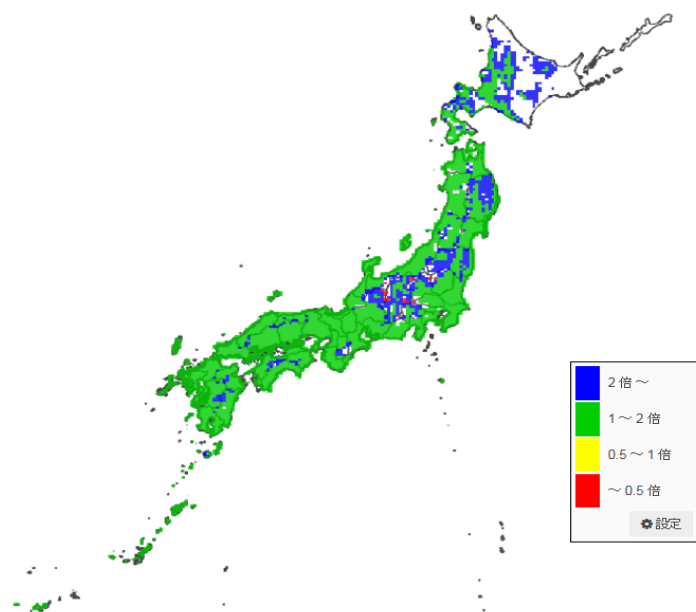
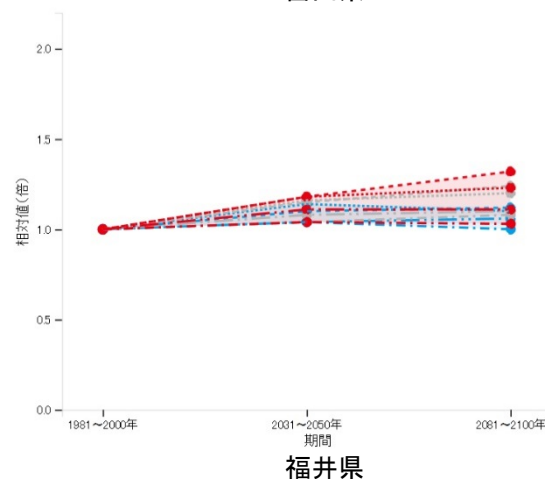
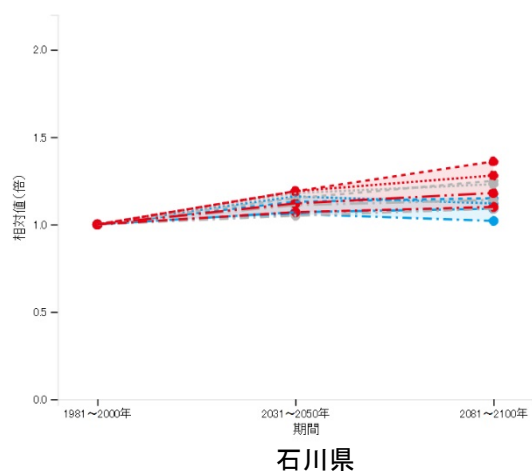
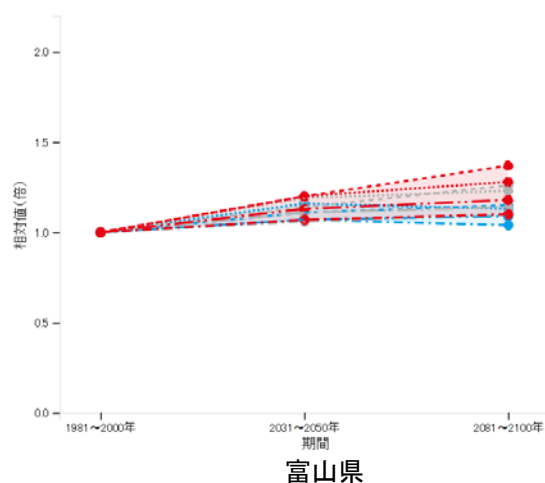
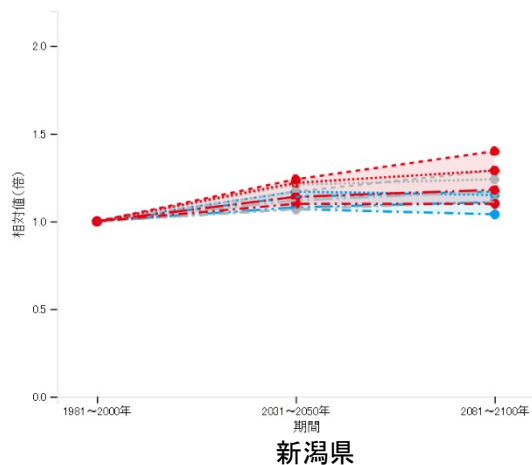


図 3.6-10 現行の移植日と栽培管理を想定した場合の水稲の収量の変化
（気候モデルが MIROC5,RCP2.6 の場合）

【北陸】

石郷岡ら（2014）による影響評価結果について、図 3.6-11 に 21 世紀半ば（2031-2050 年）および 21 世紀末（2081-2100 年）における、複数の気候モデルを用いて予測した粗玄米収量の変化率（現在の収量=1）を示します。21 世紀半ば（2031-2050 年）では、いずれの県も現状維持もしくは増加が予測されています。なお、計算では、第 2 次地域区画（2 次メッシュ）で国土数値情報土地利用メッシュ 2006 年版における水田面積比率が 1 %以上のメッシュを計算対象としていますが、気象データはメッシュ全体の平均を用いているため、山間部ではメッシュ標高が実際の水田の標高よりも高く、基準期間（1981-2000）の平均収量がかかり過小評価される傾向にあります。このため、将来の予測収量の相対値が大きく見積もられる場合があります。



..... RCP2.6_MIROC
 RCP2.6_MRI
 - RCP2.6_GFDL
 - RCP2.6_HadGEM
 RCP4.5_MIROC
 RCP4.5_MRI
 - RCP4.5_GFDL
 - RCP4.5_HadGEM
 RCP8.5_MIROC
 RCP8.5_MRI
 - RCP8.5_GFDL
 - RCP8.5_HadGEM

図 3.6-11 現行の移植日と栽培管理を想定した場合の水稲の収量の変化
 （現在の収量＝1，4つの気候モデルの結果）

■ 品質

水稲の「品質」に関連する品質低下リスク指標については、石郷岡ら（2014）²⁷⁷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。ただし、ここでは、出穂後 20 日間における日平均気温 26℃以上の積算気温（HDD²⁷⁸）を指標として、高温による品質低下リスクを分類し、HDD が 20℃日未満の条件で得られる収量を品質低下リスクの低い（＝「リスク低」）コメとしました。

【全国】

石郷岡ら（2014）による影響評価結果について、対象期間（1981～2100 年）における全生産量を 100 とした場合の、現行移植日を想定した予測結果を図 3.6-12 に示します。HDD の値が高い（すなわち高温による品質低下リスクが高い）生産物の割合が大きく増加することが予測されました。

²⁷⁷ 石郷岡康史ら（2014）：S-8-1(6) 農業・食料生産における温暖化影響と適応策の広域評価. S-8 温暖化影響評価・適応政策に関する総合的研究 2014 報告書「日本への影響」－新たなシナリオに基づく総合的影響予測と適応策－, 9-10.

²⁷⁸ HDD：出穂後 20 日間の日平均気温 26℃以上の積算値。

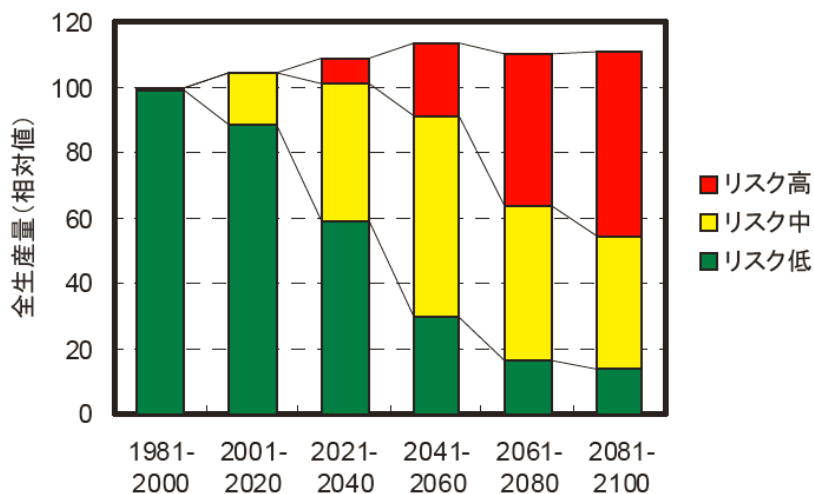


図 3.6-12 全生産量の 20 年毎の推移（MIROC3.2-hires A1b；適応なし）²⁷⁹

図 3.6-13 に、21 世紀半ば（2031-2050 年）、気候モデルが MIROC5 の場合の、品質低下リスクの低い区分の収量の変化率を示します（現在の収量 = 1）。リスク低区分のコメの収量は、西日本を中心に減少が予測される地域が認められます。

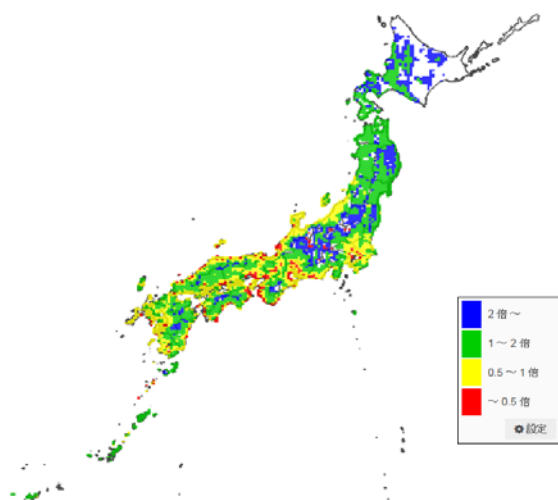
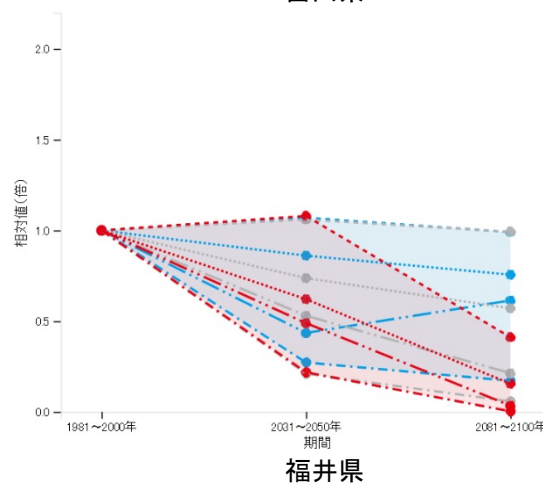
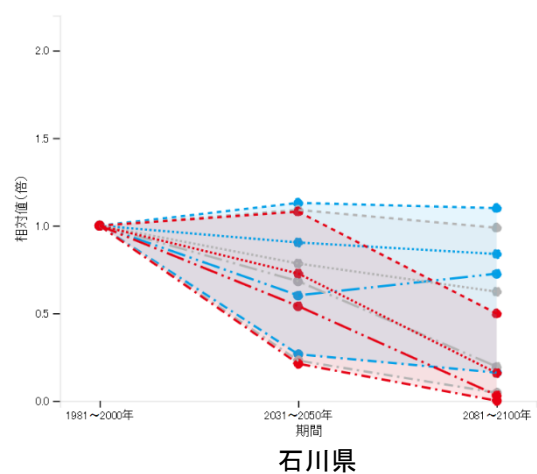
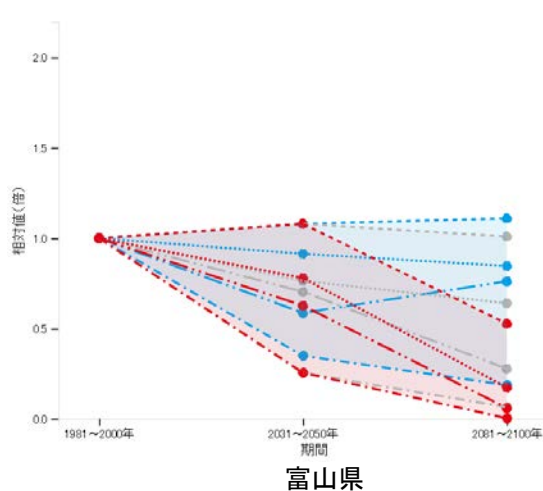
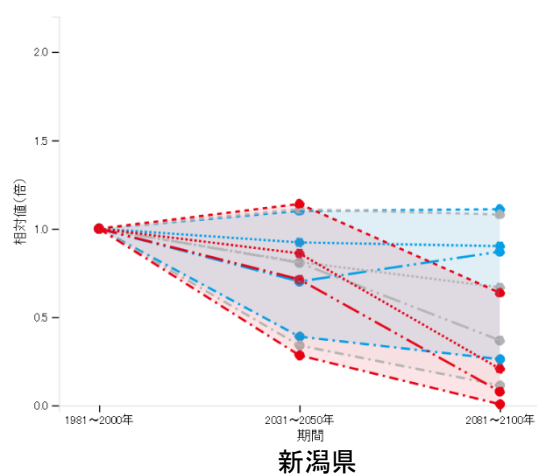


図 3.6-13 現行の移植日と栽培管理を想定した場合の品質低下リスクが低い区分の収量の変化（気候モデルが MIROC5, RCP2.6 の場合）

²⁷⁹ 各メッシュの算定収量に水田面積を乗じて全国集計したもので、1981～2000 の現行移植日による値を 100 とした場合の相対値で表しました。高温に因る品質低下のリスク：低（HDD<20）、中（20<HDD<40）、高（40<HDD）。

【北陸】

石郷岡ら（2014）による影響評価結果について、図 3.6-14 に品質低下リスクの低い区分の収量について影響評価結果を示します。対象期間は 21 世紀半ば（2031-2050 年）および 21 世紀末（2081-2100 年）で、複数の気候モデルを用いた場合の変化率（現在の収量を 1）が示されています。これによると、21 世紀半ば（2031-2050 年）において、品質低下リスクの低い区分の収量は、いずれの県においても大幅な減少を予測しているケースが見られます。



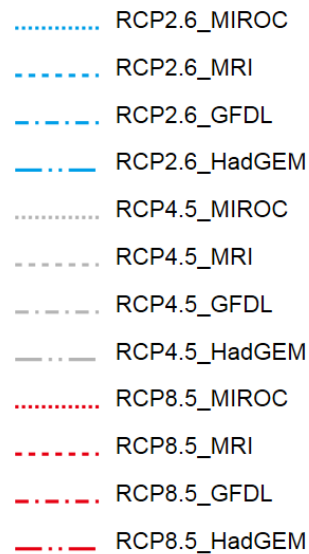


図 3.6-14 高温による品質低下リスクが低い区分の水稻の収量の変化
(現在の収量 = 1, 4つの気候モデルの結果)

■ 病害虫

病害虫について、ここでは「世代数」を評価対象としました。また、害虫として、ニカメイガとヒメトビウンカを対象としました。「世代数」の計算式は定式化されているため (Yamamura et al. (1998)²⁸⁰)、その手法にもとづき影響評価を実施しています。

なお、ある程度気温が上昇すると、害虫の発育が停止することが予測されています。本事業においては、このことを示す発育停止温度や発育阻害温度については考慮していないことに注意下さい。

世代数が増加したとしても、作物が害虫に抵抗力のあるステージにあれば、影響は生じないことも予想されます。したがって、世代数の増加が必ずしも作物への影響につながるわけではないことに留意下さい。

²⁸⁰ Kohji Yamamura and Keizi Kiritani (1998) : A simple method to estimate the potential increase in the number of generations under global warming in temperate zones., Appl. Entomol. Zool. , 33 (2) , 289-298

【全国】

■ ニカメイガ

世代数が増加することが分かります。特に北海道では、0 世代から 1 世代への変化が顕著に出ています（図 3.6-15）。

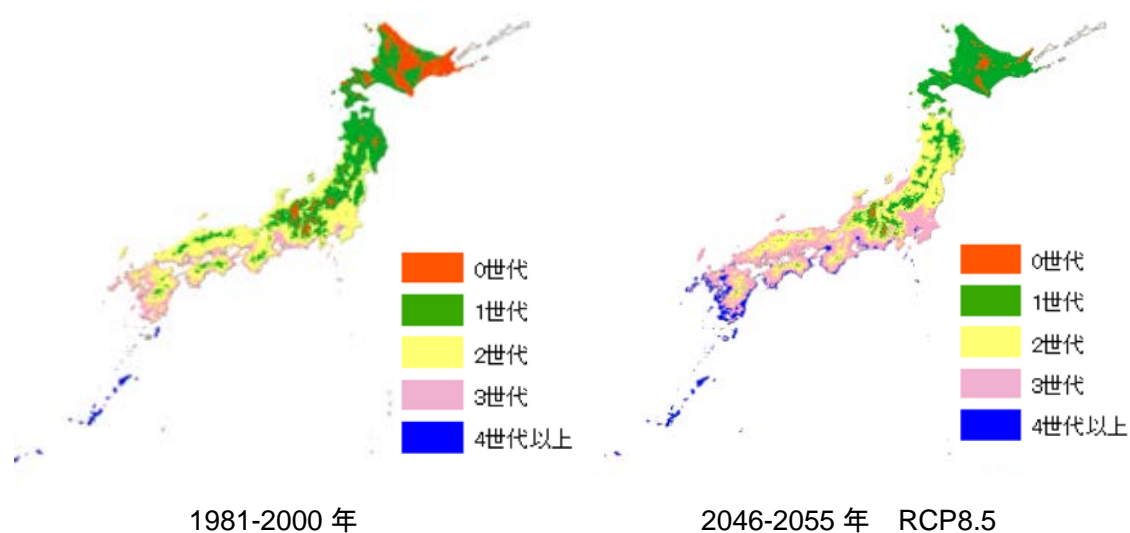


図 3.6-15 ニカメイガの世代数

■ ヒメトビウンカ

世代数が増加することが分かります（図 3.6-16）。

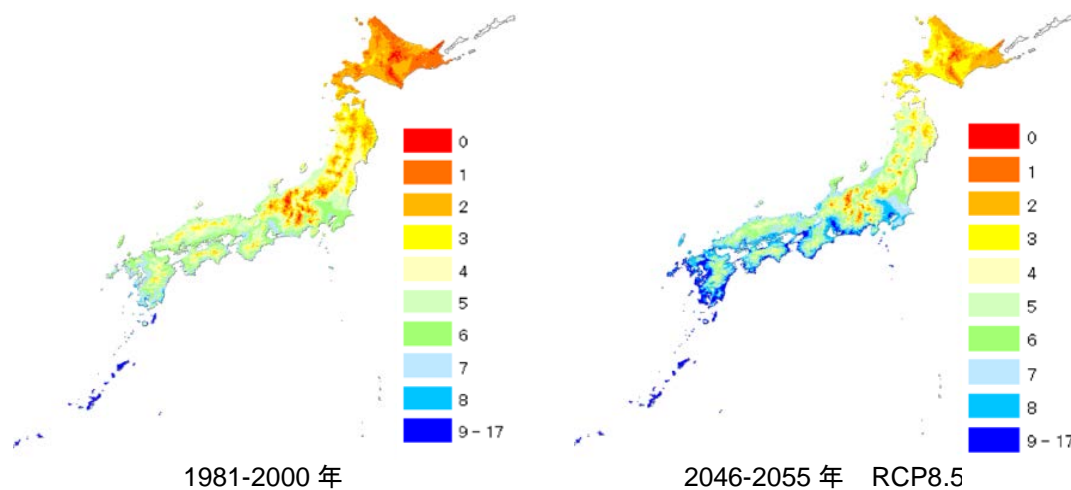


図 3.6-16 ヒメトビウンカの世代数

【北陸】

■ ニカメイガ

世代数が増加することが分かります（図 3.6-17）。

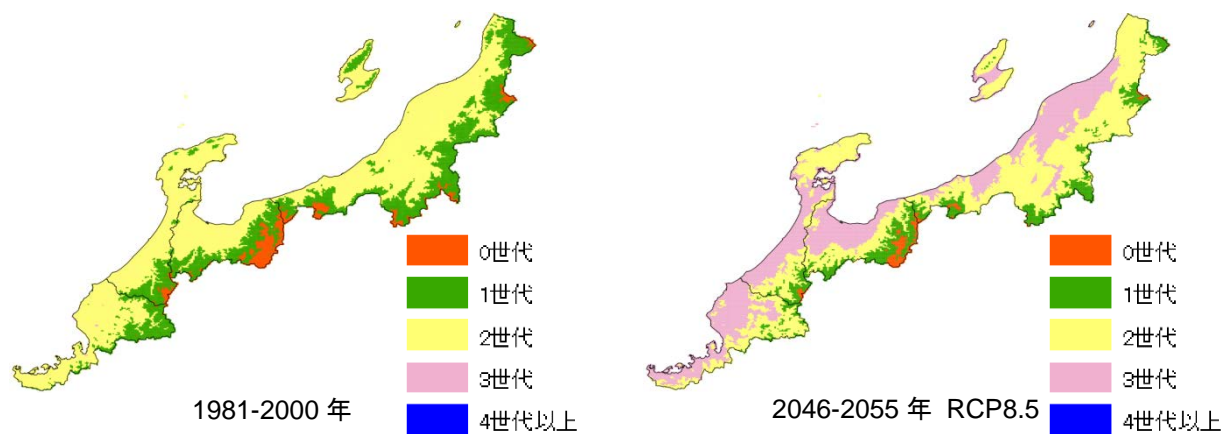


図 3.6-17 ニカメイガの世代数（北陸地域）

■ ヒメトビウンカ

世代数が増加することが分かります（図 3.6-18）。

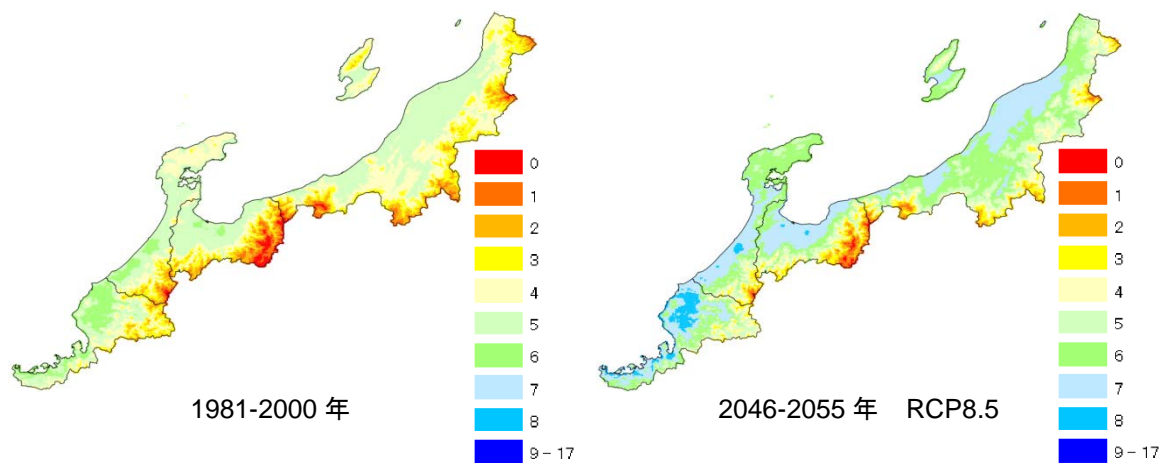


図 3.6-18 ヒメトビウンカの世代数（北陸地域）

（ウ）適応策

水稻への影響に対する適応策については § 5.2.1 を参照下さい。

(2) 果樹

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 3.6-3 に示すリンゴへの影響が経年的に報告されています。(図 3.6-19、図 3.6-20)

表 3.6-3 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 3.6-19 リンゴ（ふじ）の日焼け果



図 3.6-20 着色不良（成熟期の高温によって増加）

出典：農林水産省「H27 地球温暖化影響調査レポート」

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」の変化に対する情報提供が求められています。ここでは、「栽培適地」に関する将来の影響を示します。

■ 栽培適地²⁸¹

リンゴ栽培に適する地域として「果樹農業振興基本方針」に示されている温度域は年平均 6°C～14°Cとしています。杉浦ら（2004）²⁸²はこの温度域にもとづき、リンゴの栽培適地の

²⁸¹ 栽培適地は年平均気温に基づき評価したものです。園地毎に評価するためには、排水性などの土壌条件、風通し、日照量などの特殊な気候条件等を考慮する必要があります。

²⁸² 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

評価を行っています。ここでは、当該文献に記載されている内容をもとに影響評価を実施しました。

【全国】

現在の栽培適地は道北、道東および西南暖地から関東・東海にかけての平野部を除く広い地域に広がっています。将来になるにつれて、東北以南の沿岸域から内陸部にかけてより高温の地域が増加しています。一方、北海道においては、栽培適地が拡大しています（図 3.6-21）。

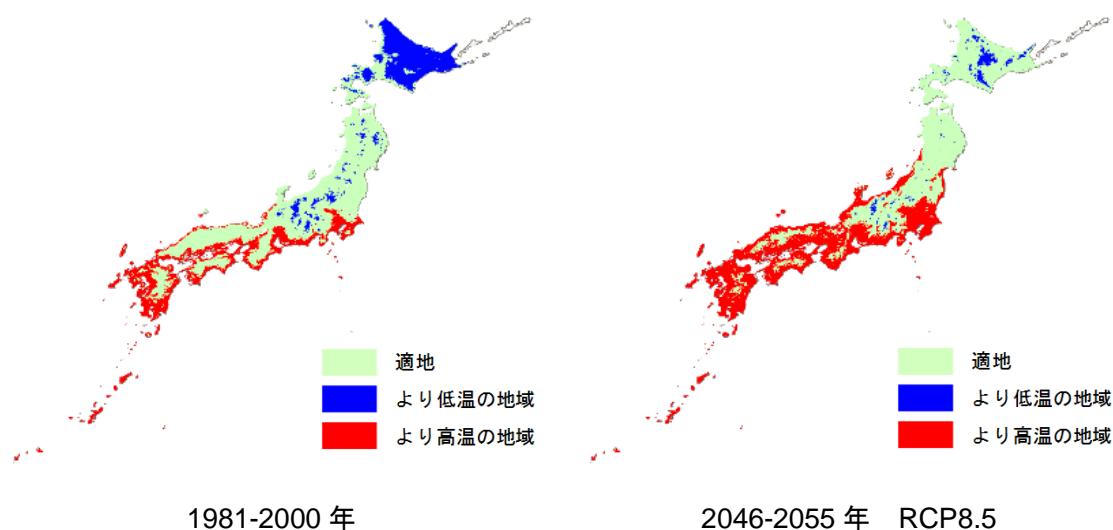


図 3.6-21 リンゴの栽培適地

【北陸】

2050 年になると沿岸域から内陸部にかけてより高温の地域が拡大しています（図 3.6-22）。

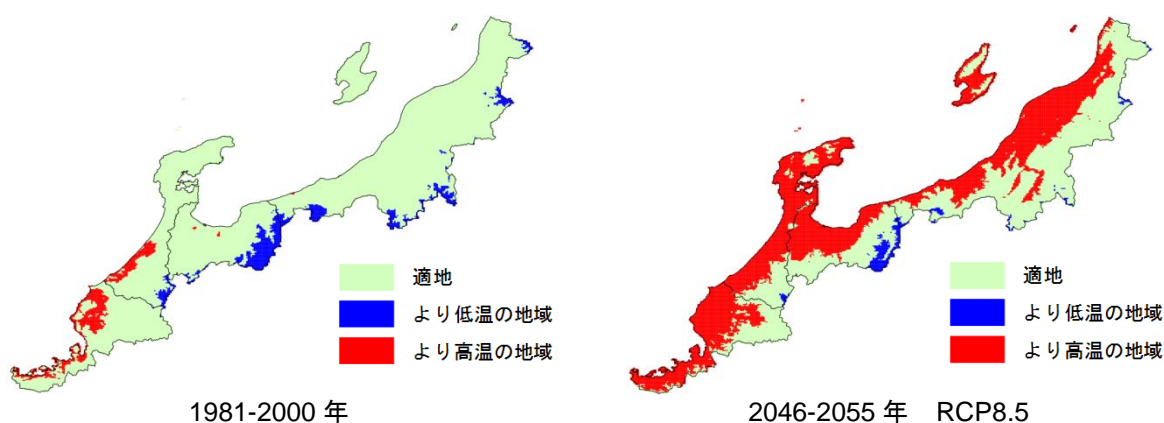
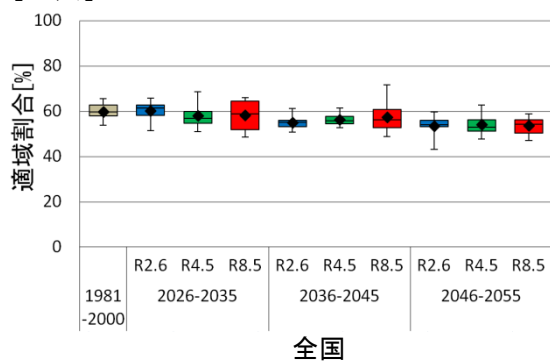


図 3.6-22 リンゴの栽培適地（北陸地域）

栽培適域割合（栽培適域面積／都道府県面積）の推移を示します。いずれの県においても栽培適域が将来減少することが予測されています（図 3.6-23）。箱ひげの見方については図 3.6-3 を参照下さい。

【全国】



【北陸】

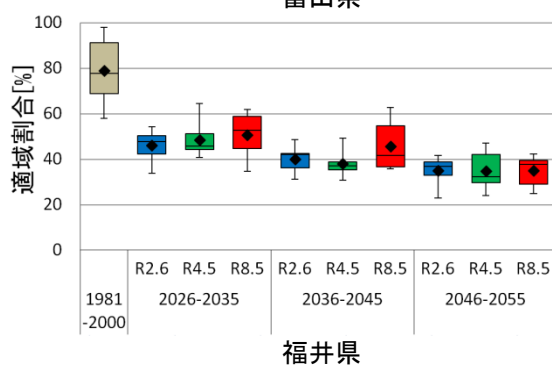
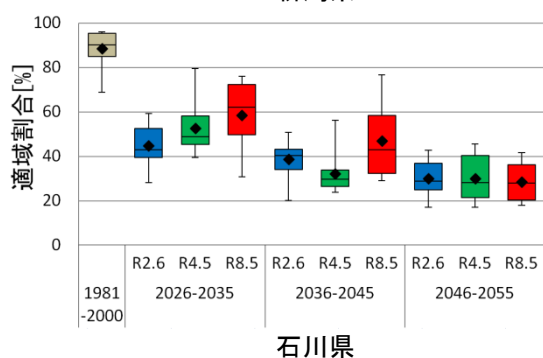
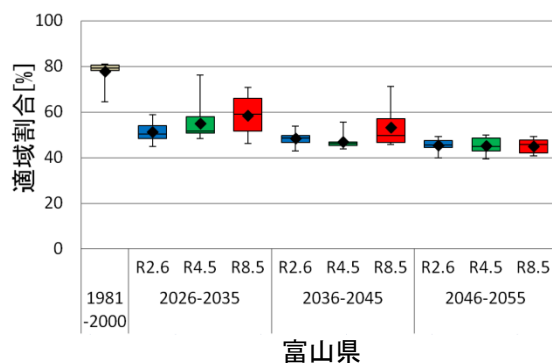
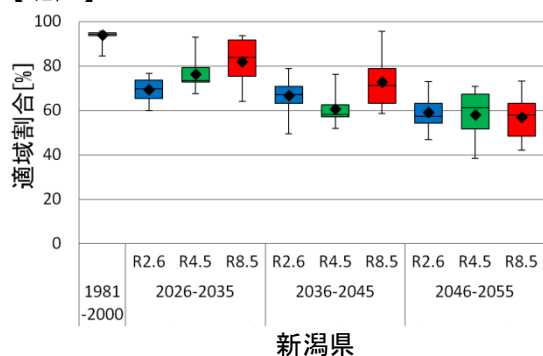
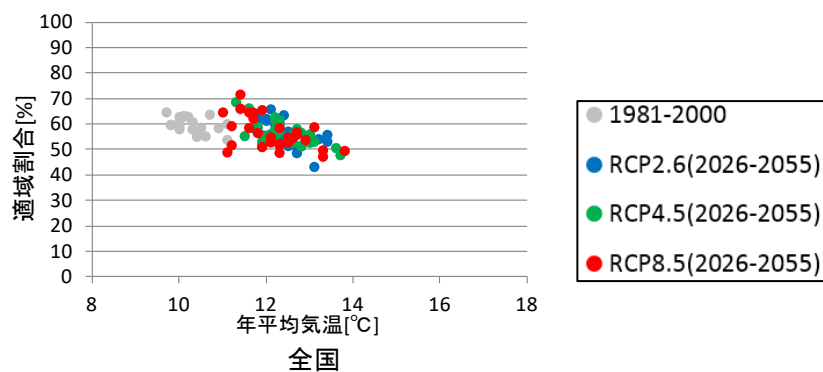


図 3.6-23 栽培適域割合（栽培適域面積／都道府県面積）の推移

図 3.6-24 は全ての期間および RCP の結果を対象に、横軸に気温、縦軸に栽培適域割合（栽培適域面積／都道府県面積）とした際の相関を示します。

【全国】



【北陸】

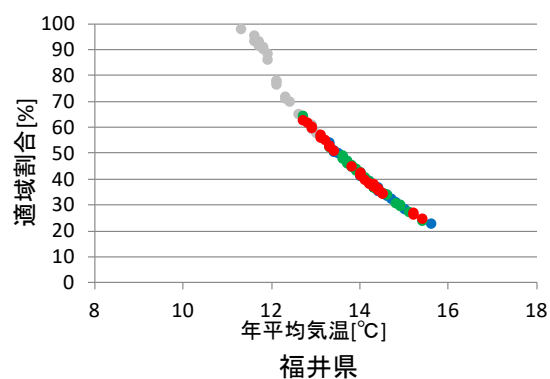
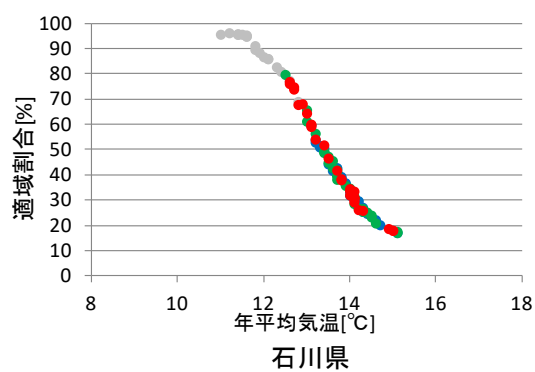
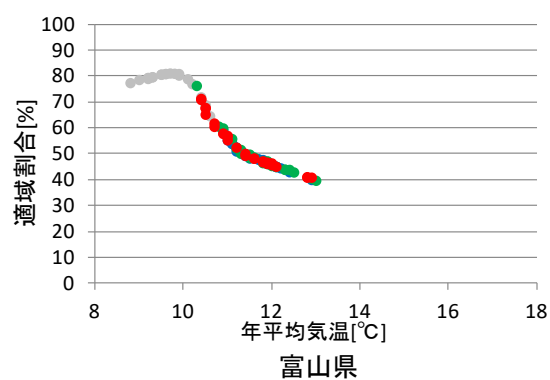
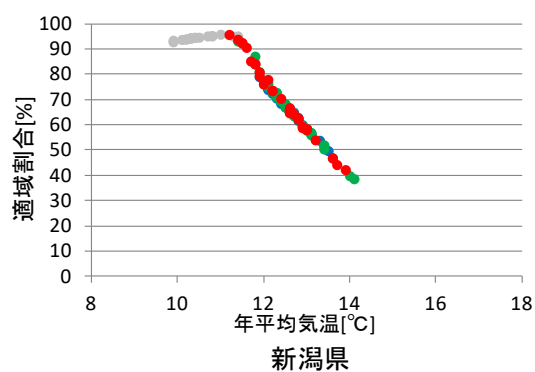


図 3.6-24 栽培適域割合（栽培適域面積／都道府県面積）と年平均気温の関係

(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。

② カンキツ（ウンシュウミカン）

（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 3.6-4 に示すウンシュウミカンへの影響が経年的に報告されています（図 3.6-25）。

表 3.6-4 ウンシュウミカンへの影響一覧

	全国 (47)	北日本 (7)	東日本 (17)	西日本 (23)	参考			
					H28	H27	H26	H25
浮皮	13	0	3	10	14	11	8	5
着色不良・着色遅延	7	0	1	6	6	2	1	7
日焼け果	5	0	0	5	5	2	4	6
生理落花の増加	1	0	0	1	—	—	—	—
発芽・開花期の前進	1	0	0	1	1	1	—	—
発芽不良	1	0	0	1	—	—	—	—
生育不良・肥大の遅れ	1	0	0	1	—	—	—	—



図 3.6-25 ウンシュウミカンの浮皮果

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、「栽培適地」の変化による影響に対する情報提供が求められています。ここでは、「栽培適地」に関する将来の影響を示します。

■ 栽培適地 ²⁸³

ウンシュウミカン栽培に適する地域として「果樹農業振興基本方針」に示されている温度域は年平均 15℃～18℃としています。杉浦ら（2004）²⁸⁴はこの温度域にもとづき、ウンシ

²⁸³ 栽培適地は年平均気温に基づき評価したものです。園地毎に評価するためには、排水性などの土壌条件、風通し、日照量などの特殊な気候条件等を考慮する必要があります。

²⁸⁴ 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（1），72 - 78

ユウミカンの栽培適地の評価を行っています。ここでは、当該文献に記載されている内容をもとに影響評価を実施しました。

【全国】

現在の栽培適地は南関東以南の太平洋・瀬戸内海の沿岸部および九州の沿岸部となっています。将来になるにつれて、これらの沿岸部から内陸部にかけてより栽培適地が拡大しています。また、2050年には南東北の沿岸部まで栽培適地が拡大しています（図 3.6-26）。

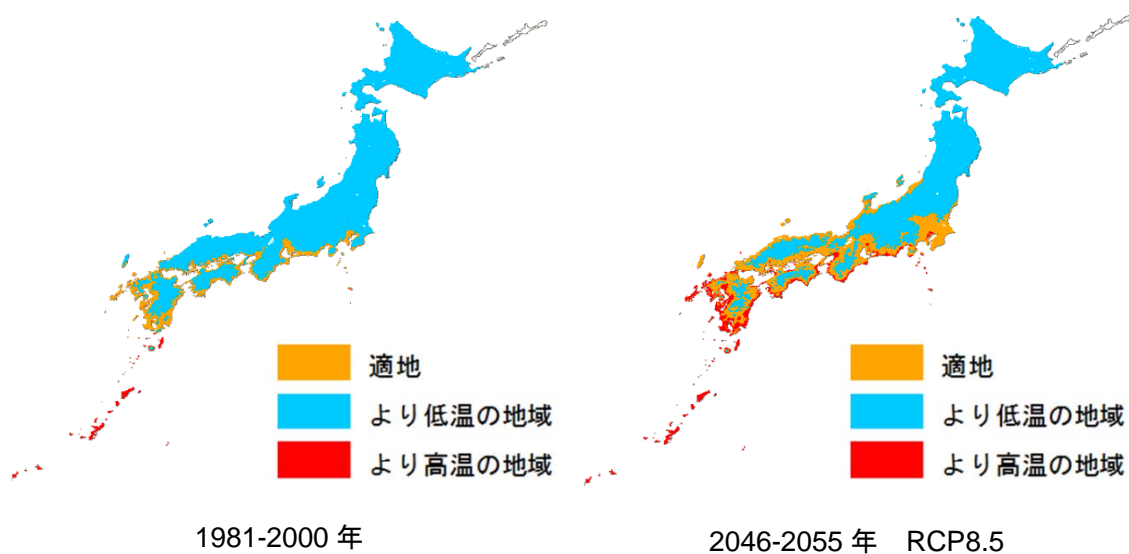


図 3.6-26 ウンシュウミカンの栽培適地

【北陸】

2050 年になると日本海沿岸域において適地が拡大しています（図 3.6-27）。

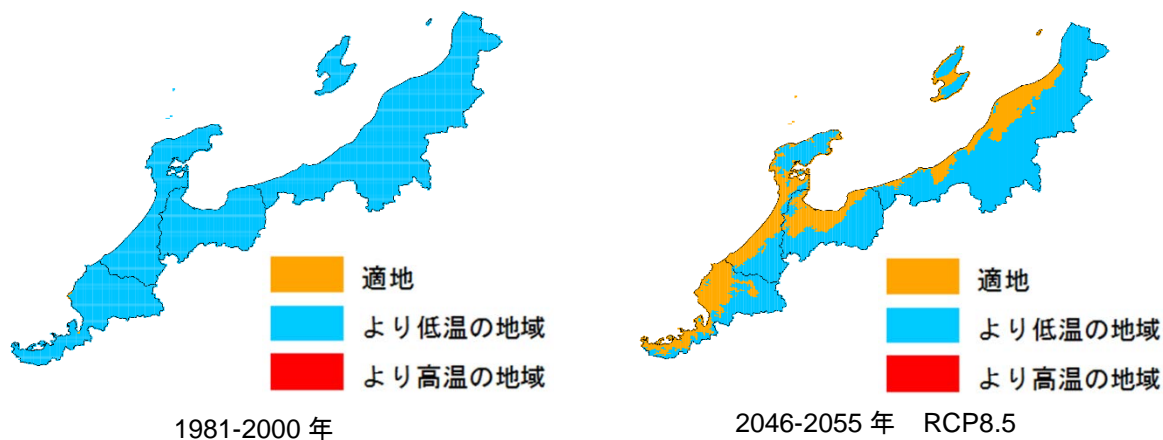
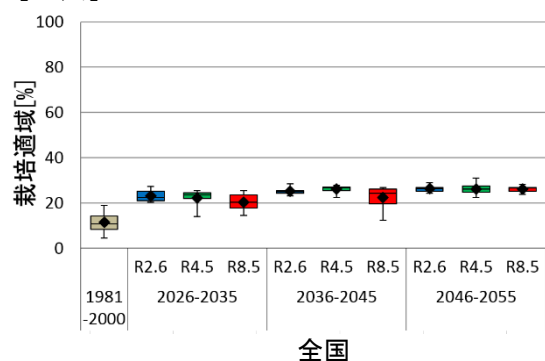


図 3.6-27 ウンシュウミカンの栽培適地（北陸地域）

栽培適域割合（栽培適域面積／都道府県面積）の推移を示します。どの県においても栽培適域が将来拡大することが予測されています（図 3.6-28）。箱ひげの見方については図 3.6-3 を参照下さい。

【全国】



【北陸】

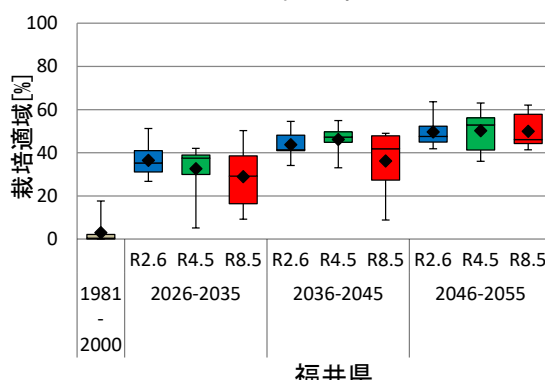
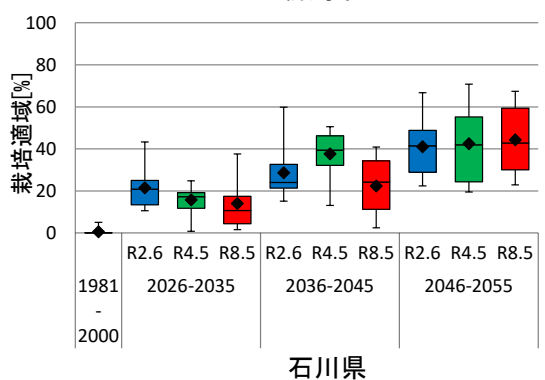
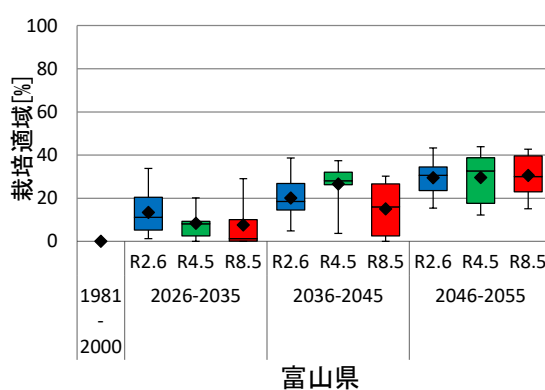
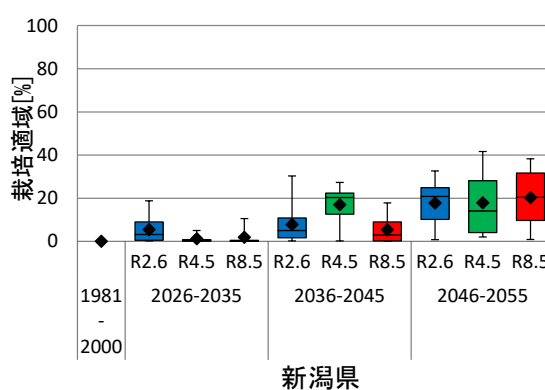


図 3.6-28 栽培適域割合（栽培適域面積／都道府県面積）の推移

図 3.6-29 全ての期間および RCP の結果を対象に、横軸に気温、縦軸に栽培適域割合（栽培適域面積／都道府県面積）とした際の相関を示します。

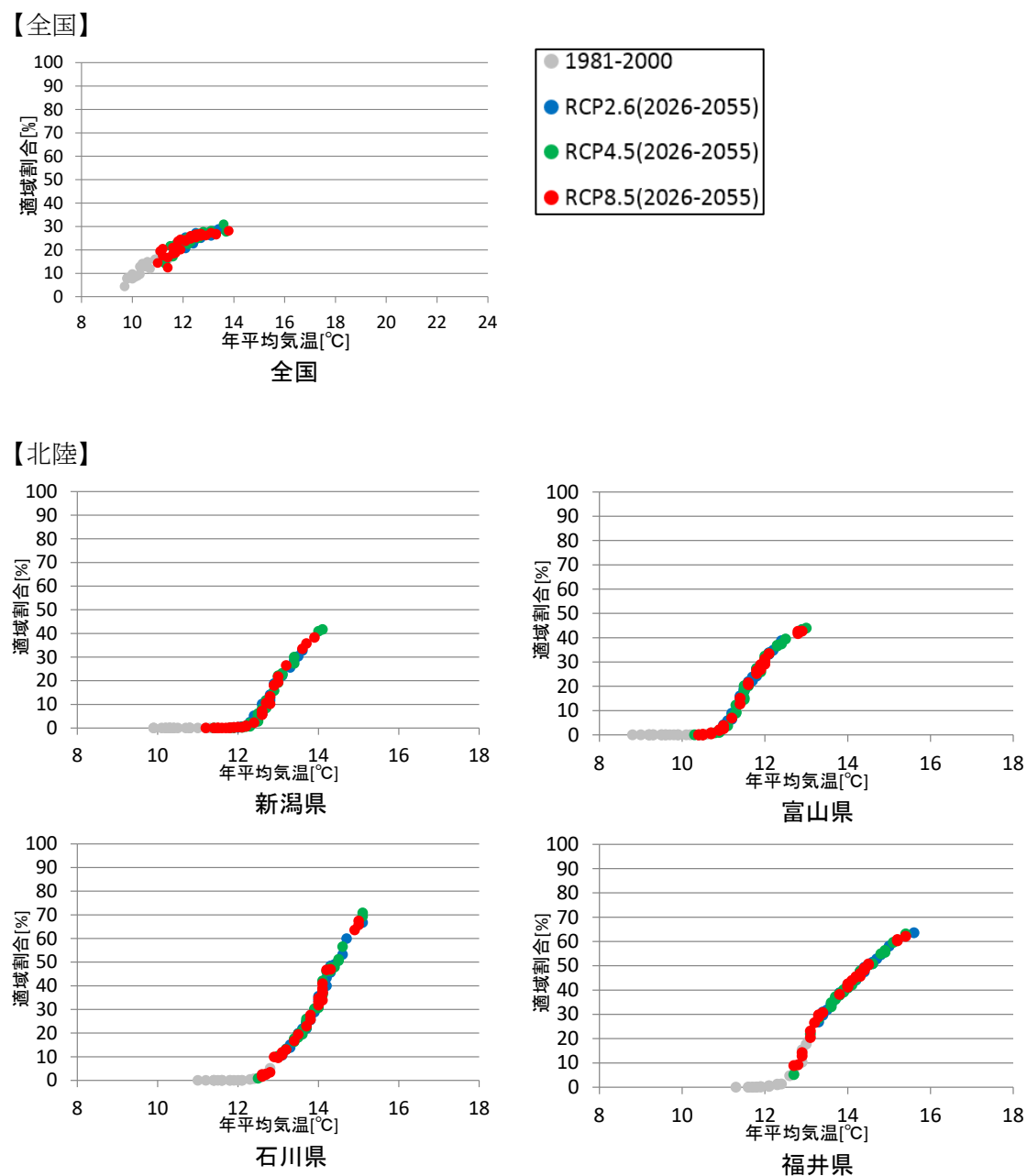


図 3.6-29 栽培適域割合（栽培適域面積／都道府県面積）と年平均気温の関係

(ウ)適応策

ウンシュウミカンへの影響に対する適応策については § 5.2.2.5 を参照下さい。

③ カンキツ（タンカン）

（ア）現在の影響状況

品目として「タンカン」はアンケートで挙げられなかったものの、既存文献が存在するため、参考として掲載することとしました。

（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」の変化による影響に対する情報提供が求められています。以下ではタンカンの「栽培適地」に関する将来の影響を示します。

■ 栽培適地 ²⁸⁵

Sugiura et al. (2014) ²⁸⁶はタンカンの栽培適地の判定に以下の基準を用いて評価を実施しています。

- ① 年平均気温が 17.5℃以上
- ② 年間日最低気温が－2℃以下の年が 20 年に 4 回未満

上記の条件のうち、①および②の両方を満たす地域を栽培適地、①は満たすが②を満たさない地域を冷害の恐れのある地域、①を満たさない地域を栽培不適地と判定しています。

²⁸⁵ 栽培適地は年平均気温および年間日最低気温に基づき評価したものです。園地毎に評価するためには、排水性などの土壌条件、風通し、日照量などの特殊な気候条件等を考慮する必要があります。

²⁸⁶ Sugiura et al. (2014) : Predicted Changes in Locations Suitable for Tankan Cultivation Due to Global Warming in Japan, J. Japan. Soc. Hort. Sci., 83 (2), 117–121.

【全国】

現在の栽培適地は九州の一部の島嶼部となっています。将来になるにつれて、南日本の沿岸部に栽培適地となる地域の発生が見られます。また、2050年には九州の沿岸部や近畿・東海の一部の沿岸部まで栽培適地が拡大しています。(図 3.6-30)。

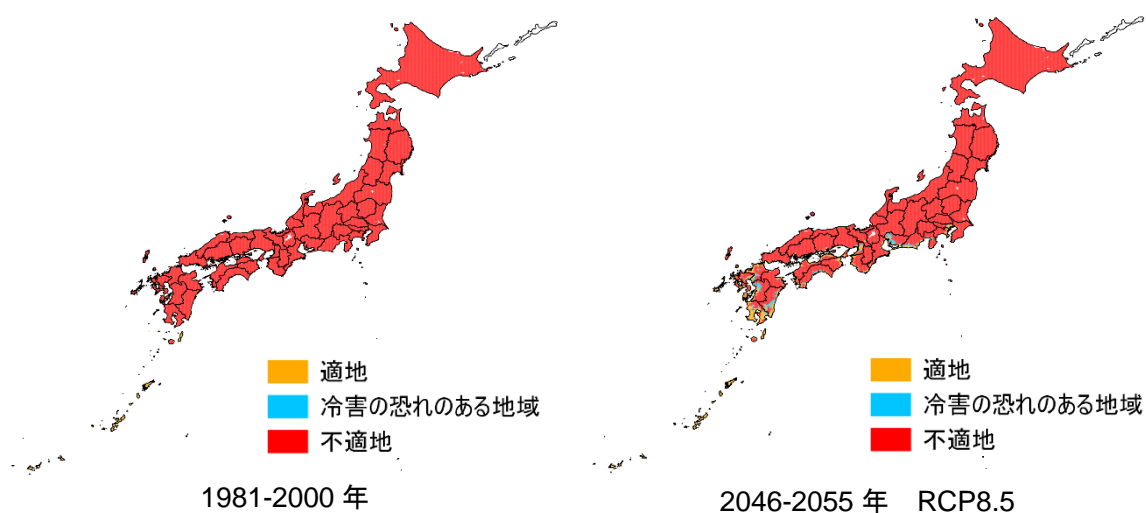


図 3.6-30 タンカンの栽培適地

【北陸】

2050年においても適地の拡大は見られません(図 3.6-31)。

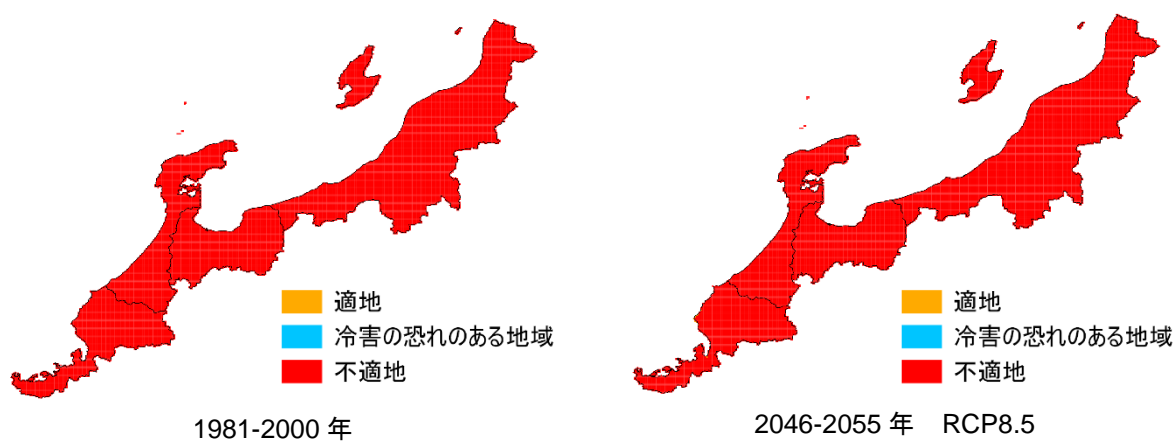
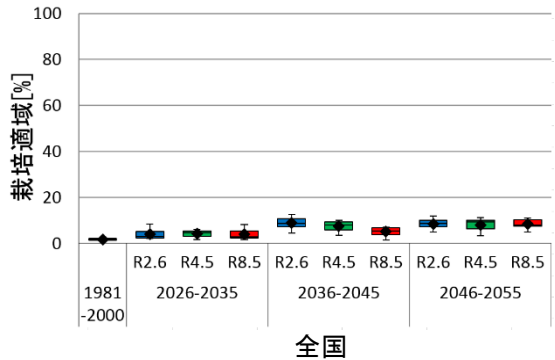


図 3.6-31 タンカンの栽培適地(北陸地域)

栽培適域割合（栽培適域面積／都道府県面積）の推移を示します。いずれの県においても栽培適域が将来ほとんど変化しないことが予測されました（図 3.6-32）。箱ひげの見方については図 3.6-3 を参照下さい。

【全国】



【北陸】

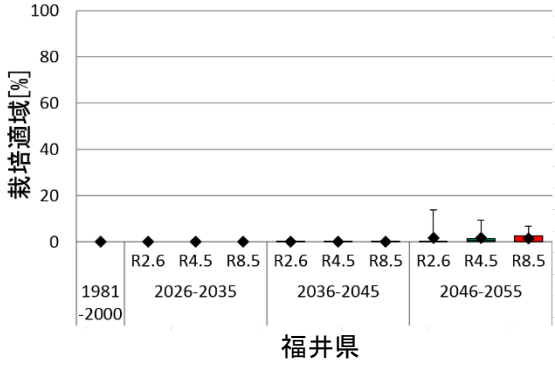
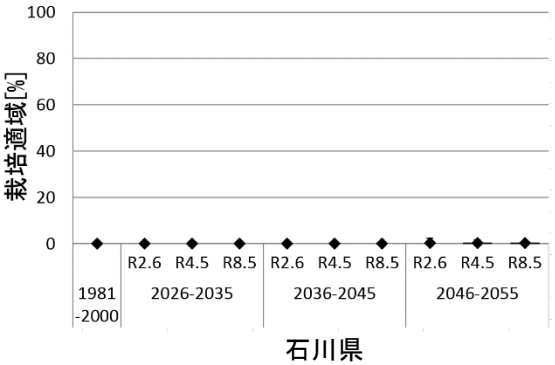
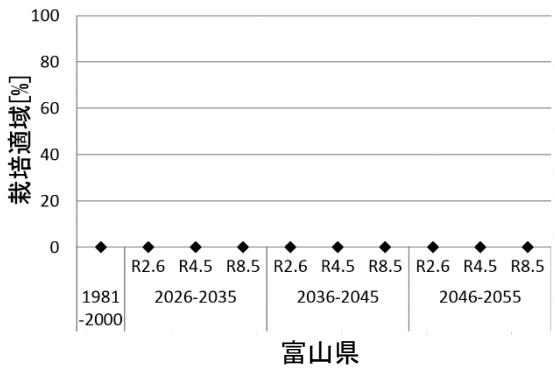
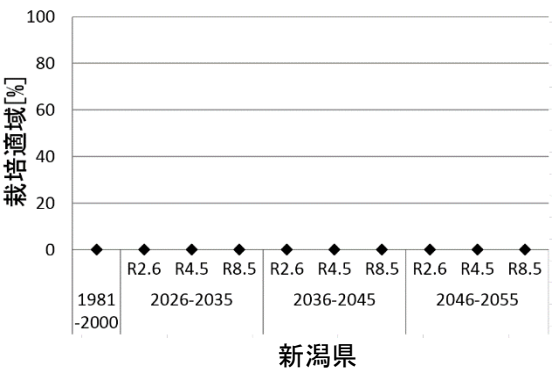


図 3.6-32 栽培適域割合（栽培適域面積／都道府県面積）の推移

図 3.6-33 は全ての期間および RCP の結果を対象に、横軸に気温、縦軸に栽培適域割合（栽培適域面積／都道府県面積）とした際の相関を示します。

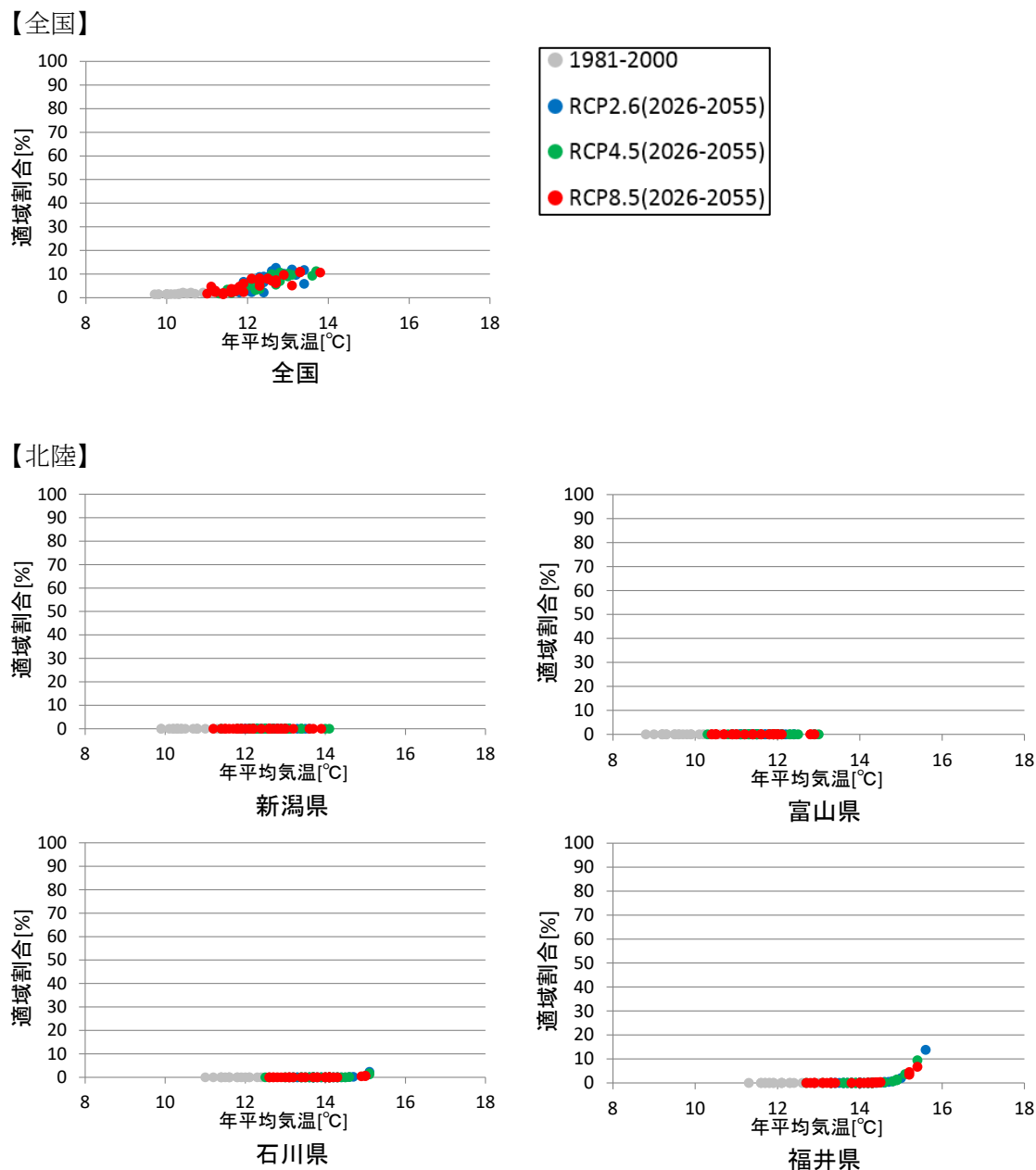


図 3.6-33 栽培適域割合（栽培適域面積／都道府県面積）と年平均気温の関係

(ウ) 適応策

タンカン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。

(3) 麦・大豆・飼料作物等

① 大豆

(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 3.6-5 に示す豆類への影響が経年的に報告されています。

表 3.6-5 豆類への影響一覧

	全国 (47)	北日本 (7)	東日本 (17)	西日本 (23)	参考			
					H28	H27	H26	H25
着莢数の低下	5	0	1	4	7	4	3	11
生育不良	3	0	1	2	2	3	—	—
作期の後退	3	0	2	1	3	1	—	—
虫害の多発（ハスモンヨトウ、カメムシ類）	2	0	1	1	3	3	2	4
病害の多発（紫斑病、べと病等）	2	0	1	1	1	2	—	—
粒の充実不足	2	0	2	0	2	2	—	1
湿害	2	0	1	1	2	1	—	—
青立ちの発生	2	0	0	2	2	1	2	5
品質の低下（しわ粒・裂皮等）	1	0	1	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、豆類の「栽培適域」や「収量」、「品質」への影響に関する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、北陸地域を含んで定量的に影響評価が実施されている事例は「収量」のみに留まります。また、北陸地域ではないものの、北海道を対象とした「栽培適地」、「品質」への影響に関連する研究事例があります。

■ 収量

大豆の「収量」に対する影響については、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）²⁸⁷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。

【北陸】

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）によると、気温上昇が収量性に与える影響について、大豆「エンレイ」を対象に評価が行われています。基準となる 1981～2000 年から気温が 3℃上昇した場合を想定して、収穫指数（子実量／全重）の将来変化が評価されており、北陸の平野部では 5%程度の減少が予測されています（図 3.6-34）。

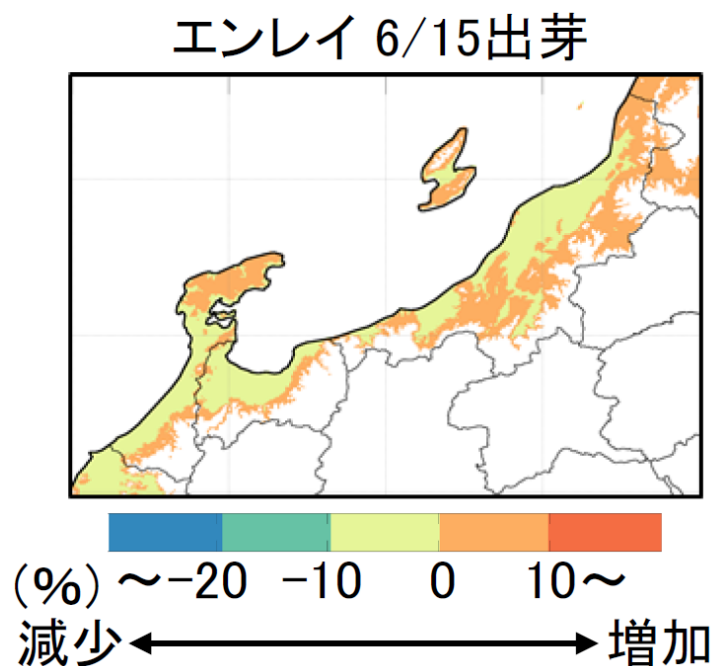


図 3.6-34 気温上昇による収穫指数の変化（「エンレイ」）
1981～2000 年を基準として、気温+3℃を想定した場合

²⁸⁷ 中野聡史（2018）：気候変動がダイズの発育と収量性に与える影響の広域評価，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.28, (<http://ccaff.dc.affrc.go.jp/conference2018/pdf/028.pdf>)

■ 品質

北海道を対象とした大豆の「品質」については、北海道立総合研究機構農業研究本部（2011）²⁸⁸による研究があります。この研究では、北海道の代表的な大豆品種「ユキホマレ」²⁸⁹および「トヨムスメ」²⁹⁰を対象として、現在と 2030 年代における気候変動が大豆に及ぼす影響について解析しています。

【北海道】

「トヨムスメ」では開花 19～33 日後の高温により裂皮が激発することが報告されており、裂皮のリスクが非常に高くなるとしています。

■ 栽培適地（栽培適地区分）

北海道を対象とした大豆の「栽培適地」については、北海道立総合研究機構農業研究本部（2011）²⁸⁸による研究があります。この研究では、北海道の代表的な大豆品種「ユキホマレ」²⁹¹および「トヨムスメ」²⁹²を対象として、現在と 2030 年代における気候変動が大豆に及ぼす影響について解析しています。

【北海道】

現在の大豆栽培地帯区分は、6 月から 9 月の積算平均気温及び無霜期間をもとに、開花期前後の低温による障害、登熟期の霜害及び収穫時期の降水確率を考慮して 6 つの地帯区分²⁹³で分類されています。

2 つの気候シナリオ（CCSR、CGCM1）を用いた場合の 2030 年代における地帯区分の変化の予測結果を表 3.6-6 に示します。全ての地点で地帯区分が 1～2 ランク上がり、中標津町でも大豆栽培が可能と考えられます。また、道南地域では東北地方の品種が栽培できる可能性が示唆されました。

²⁸⁸ 地方独立行政法人北海道立総合研究機構農業研究本部中央農業試験場編（2011）：戦略研究「地球温暖化と生産構造の変化に対応できる北海道農林業の構築—気象変動が道内主要作物に及ぼす影響の予測—」成果集，北海道立総合研究機構農業試験場資料 第 39 号

²⁸⁹ 熟期がやや早。

²⁹⁰ 熟期が中生。

²⁹¹ 熟期がやや早。

²⁹² 熟期が中生。

²⁹³ I：早生～やや早生、II：やや早生～中生、III：中生、IV：中生～やや晩、V：やや晩～晩生、VI：晩生

表 3.6-6 温暖化に伴う地帯区分の変化

	現代(アメダス平年値)							CCSR2030年代							CGCM12030年代						
	地帯 区分	6~9月 積算	7月 平均	晩霜	初霜	無霜 期間	播種 時期	区分 予測	6~9月 積算	7月 平均	晩霜	初霜	無霜 期間	播種 時期	区分 予測	6~9月 積算	7月 平均	晩霜	初霜	無霜 期間	播種 時期
網走市	I	1993	17.1	5/12	10/26	167	5下	II	2118	18.0	5/01	11/10	193	5中	II	2216	19.0	4/28	11/10	196	5上
訓子府町	I	2014	17.9	5/24	10/01	130	5下	II	2184	19.2	5/13	10/09	149	5上	III	2276	20.1	5/11	10/09	151	5上
名寄市	II	2100	19.1	5/24	10/06	130	5下	IV	2282	20.4	5/12	10/20	156	5中	IV	2366	21.2	5/10	10/20	158	5中
留萌市	II	2180	19.2	5/08	11/03	179	5中	IV	2345	20.4	4/28	11/18	204	5中	IV	2413	21.0	4/28	11/18	204	5上
大樹町	II	1940	16.7	5/24	10/06	135	5下	IV	2191	18.9	5/12	10/21	162	5上	IV	2271	19.6	5/11	10/21	163	5上
上士幌町	II	1959	17.2	5/22	10/05	136	6上	IV	2197	19.1	5/12	10/15	156	5下	IV	2276	19.8	5/09	10/16	160	5下
倶知安町	II	2150	19.3	5/21	10/05	137	5下	IV	2304	20.4	5/07	10/19	165	5上	IV	2351	20.8	5/09	10/19	163	5中
旭川市	III	2231	20.2	5/16	10/07	144	5中	V	2415	21.6	5/04	10/22	171	5上	V	2497	22.4	5/03	10/22	172	5上
富良野市	III	2215	20.0	5/14	10/06	145	5中	V	2363	20.9	5/03	10/20	170	5上	V	2440	21.7	5/02	10/20	171	5上
芽室町	III	2066	18.0	5/18	10/06	141	5中	V	2217	19.1	5/08	10/16	161	5上	V	2289	19.8	5/07	10/16	162	5上
岩見沢市	IV	2244	19.9	5/05	10/17	165	5中	VI	2451	21.6	4/24	11/01	191	5上	VI	2526	22.4	4/23	11/01	192	5上
滝川市	IV	2186	19.5	5/14	10/09	148	5中	VI	2379	21.1	5/06	10/19	166	5上	VI	2456	21.8	5/06	10/19	166	5上
北斗市	V	2233	19.1	4/30	10/23	176	5下	?	2445	20.9	4/18	11/11	207	5上	?	2488	21.3	4/20	11/11	205	5上
江差	VI	2352	20.0	5/16	10/07	144	5中	?	2504	20.9	5/04	10/22	171	5上	?	2547	21.4	5/03	10/22	172	5上
苫小牧市		2091	17.7	4/27	10/16	172	5下	III	2273	19.2	4/17	10/28	194	5上	III	2331	19.8	4/18	10/28	193	5上
中標津		1845	15.6	5/30	10/06	129	6上	I	2061	17.4	5/19	10/16	150	5中	I	2168	18.4	5/14	10/15	154	5中

注) 播種時期は旬の平均気温が 10℃を上回ったときとした。

(ウ) 適応策

大豆への影響に対する適応策については § 5.2.4.2 を参照下さい。

② 飼料作物

(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 3.6-7 に示す飼料作物への影響が経年的に報告されています。

表 3.6-7 飼料作物への影響一覧

		全国 (47)	北日本 (7)	東日本 (17)	西日本 (23)	参考			
						H28	H27	H26	H25
牧草	雑草の侵入	1	0	0	1	—	—	—	—
	播種時期の前進・後退	1	0	1	0	—	—	—	—
	収量増加	1	0	1	0	—	—	—	—
	サイレージ品質低下	1	0	1	0	—	—	—	—
	夏枯れ	1	0	1	0	—	—	—	—
	生育不良	1	0	1	0	—	—	—	—
飼料用 トウモ ロコシ	サイレージ品質低下	2	0	1	1	—	—	—	—
	発芽不良	1	0	1	0	—	—	—	—
	生育不良	1	0	1	0	—	—	—	—
	病害の多発	1	0	1	0	—	—	—	—
ソルガ ム	生育不良	2	0	2	0	—	—	—	—
	発芽不良	1	0	1	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、飼料作物の「栽培適地」の変化や「高温障害」、「適品種」に関する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、北陸地域を含んで定量的に影響評価が実施されているのは牧草の「栽培適地」のみに留まります。

■ 栽培適地（牧草）

牧草の「栽培適地」については、佐々木ら（2003）²⁹⁴による研究があります。この研究では、気温情報をもとに牧草の「栽培適地」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。

【全国】

現在と 100 年後における寒地型牧草²⁹⁵と暖地型牧草²⁹⁶の栽培適地区区分図から、寒地型牧草地帯、暖地型牧草地帯、両者とも栽培困難な夏枯れ地帯の 3 分類による地帯区分図を作成し、地帯区分の変化及び生産量の変化を予測しました。

²⁹⁴ 佐々木寛幸・神山和則・須山哲男・福山正隆（2003）：地球温暖化が牧草の地域区分と生産量に及ぼす影響，畜産草地研究所研究報告 4, 39-47.

²⁹⁵ 寒地型牧草の中で比較的耐暑性の高いトールフェスクが栽培可能な地域

²⁹⁶ パヒアグラスが栽培可能な地域

- ・ 地帯区分

各地帯区分間の境界が北上すると予測されています（図 3.6-35）。二次メッシュ数の割合の変化は以下の通りです。

現在 ：寒地型 66%、夏枯れ 10%、暖地型 24%

100 年後：寒地型 41%（現在の 0.61 倍）、夏枯れ 6%（現在の 0.62 倍）、
 暖地型 53%（現在の 2.21 倍）

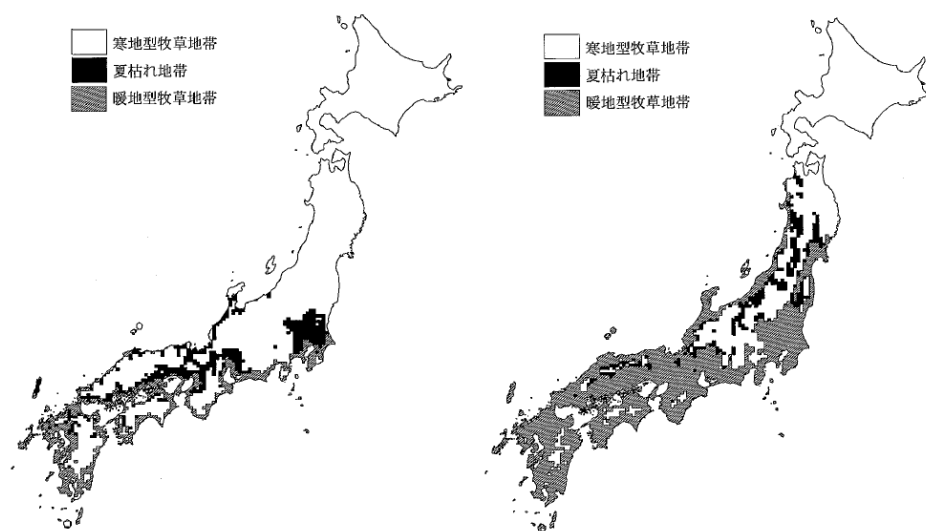


図 3.6-35 牧草生産区分：現在（左図）、100 年後（右図）
（屋久島以南は暖地型牧草地帯）

（ウ）適応策

牧草への影響に対する適応策については § 5.2.4.5 を参照下さい。

(4) 畜産

① 肉用豚

(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 3.6-8 に示す肉用豚への影響が経年的に報告されています。

表 3.6-8 肉用豚への影響一覧

	全国 (47)	北日本 (7)	東日本 (17)	西日本 (23)	参考			
					H28	H27	H26	H25
繁殖成績の低下	9	0	5	4	8	10	9	8
斃死	9	1	5	3	10	5	5	6
増体・肉質の低下	6	0	2	4	7	8	5	8

(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、「肉量」や「肉質」の低下、「繁殖性」への影響についての定量的な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、北陸地域を含んで定量的な影響評価が実施されているのは肉用豚の「増体量」のみに留まります。ここでは、「増体量」に関する将来の影響を示します。

■ 日増体量

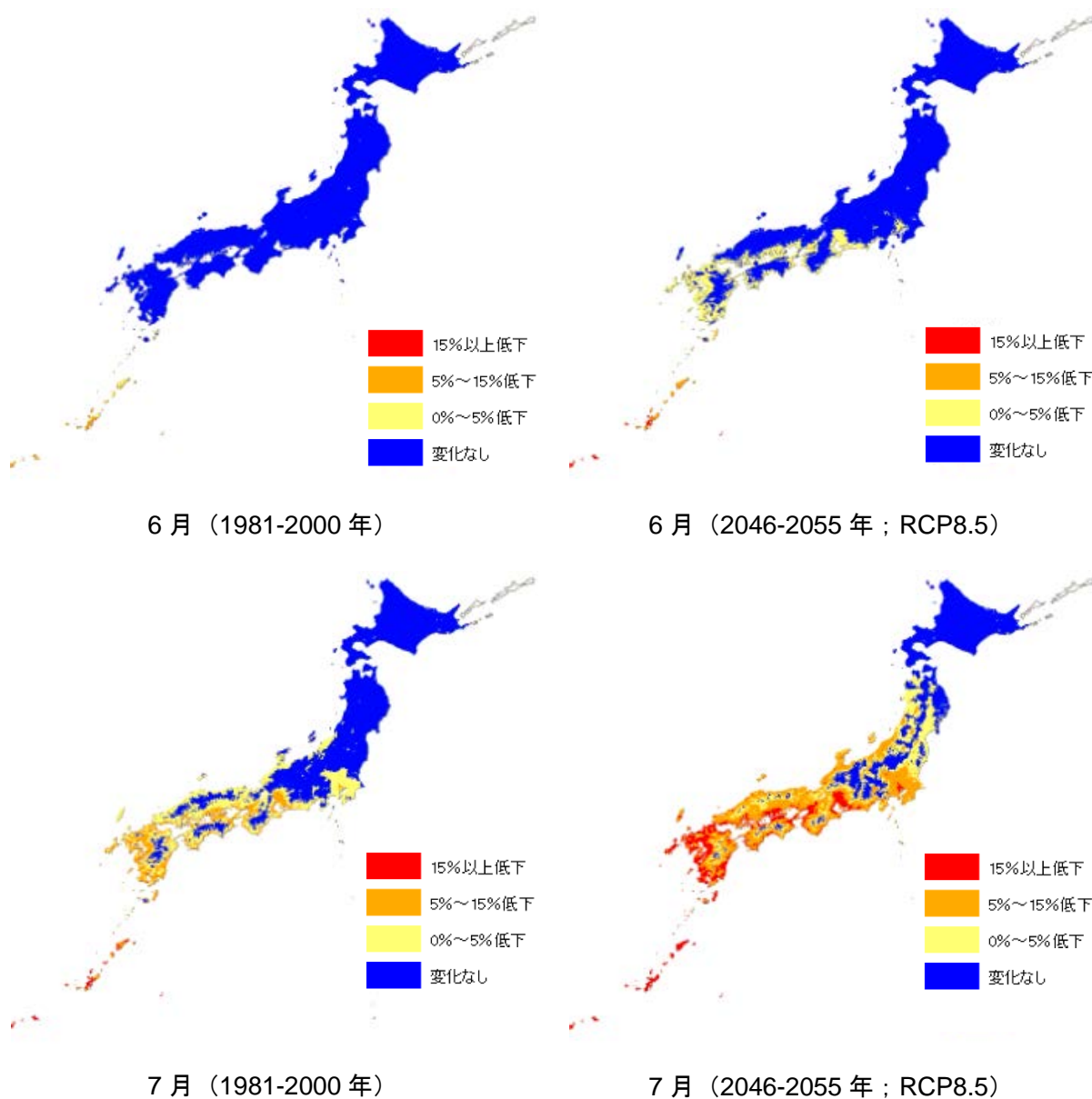
肉用豚の増体量については高田ら（2007）²⁹⁷による研究があります。この研究では、月平均気温情報をもとに日増体量の評価を行っています。ここでは、当該文献に記載されている影響評価手法をもとに日増体量の影響評価を実施しました。なお、当該文献においては、23℃区、28℃区、33℃区において複数の肉用豚を対象に、気温と日増体量の計測より作成した回帰式をもとに影響評価を実施しています。33℃区以降においても当該回帰式を用いることが可能かについては検討の必要があります。

また、気候モデルには予測の不確実性が存在します。言い換えると、同じ期間、同じ RCP の条件の下でも、気候モデルにより気温や降水量等の予測値は異なります。このため、以下で示す結果は、あくまでも今回採用した MIROC5 による予測であることに留意下さい。

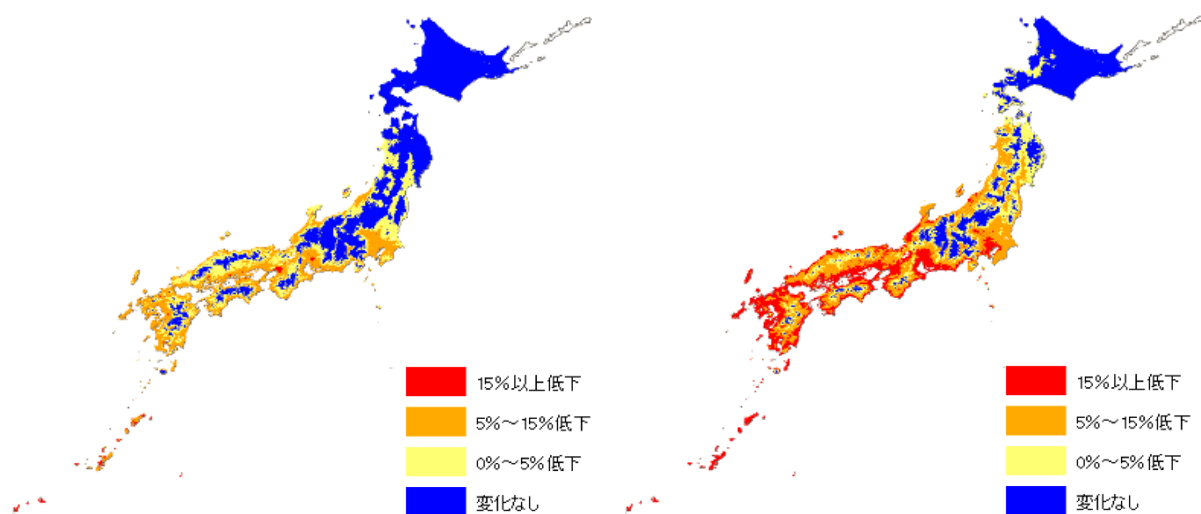
²⁹⁷ 高田良三・山崎信・杉浦俊彦・横沢正幸・大塚誠・村上斉（2008）：地球温暖化が肥育豚の飼養成績に及ぼす影響 — 「気候温暖化メッシュデータ（日本）」によるその将来予測—，日本畜産学会報，79(1)，59-65

【全国】

肉用豚の日増体量の変化²⁹⁸について、2046-2055 年における RCP8.5 の場合の 6 月、7 月、8 月、9 月の結果を示します（図 3.6-36）。現在についてみると、7 月及び 8 月において西日本の沿岸部を中心に日増体量の低下が見られます。将来になるにつれて、日増体量の低下は、内陸部でも拡大するとともに、沿岸域では更なる日増体量の低下が予測されました。

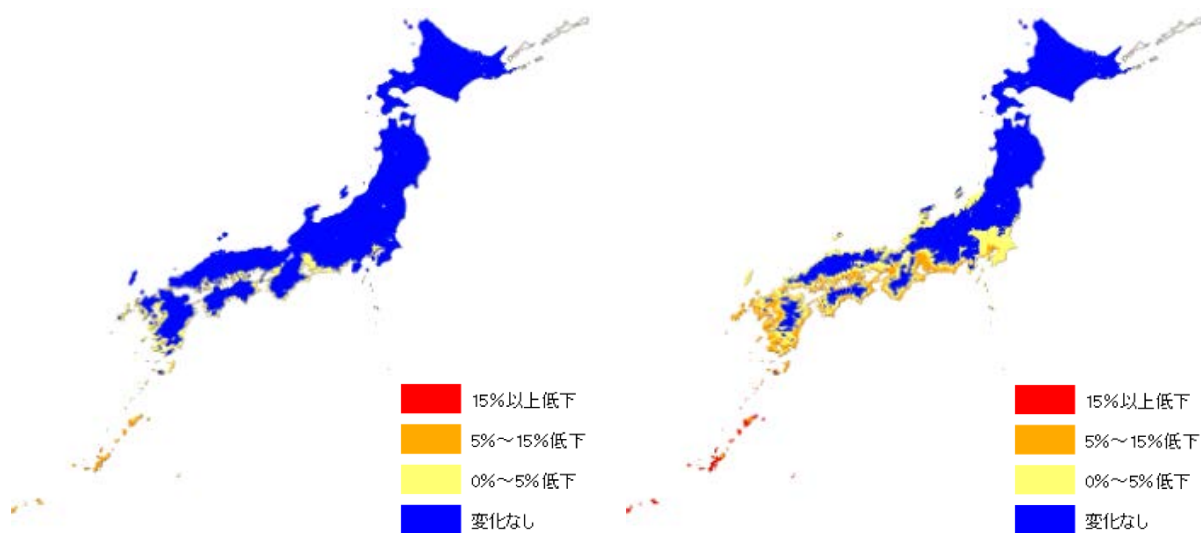


²⁹⁸ 23℃を 100 とした場合の日増体量の減少率を示します。



8 月（1981-2000 年）

8 月（2046-2055 年；RCP8.5）



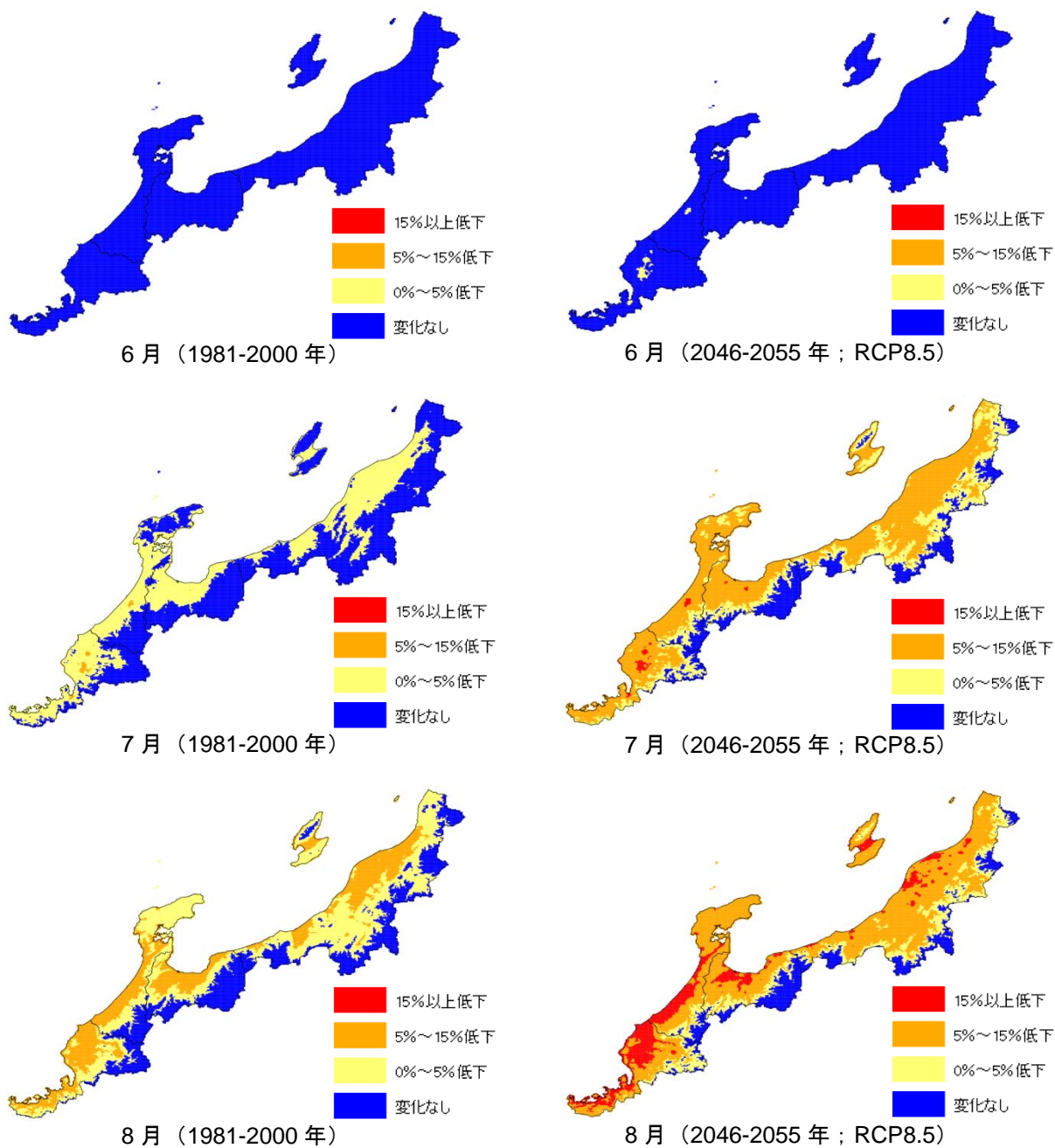
9 月（1981-2000 年）

9 月（2046-2055 年；RCP8.5）

図 3.6-36 肉用豚の日増体量

【北陸】

肉用豚の日増体量の変化²⁹⁹について、2046-2055 年における RCP8.5 の場合の 6 月、7 月、8 月、9 月の結果を示します（図 3.6-37）。現在についてみると、特に 7 月及び 8 月において沿岸部を中心に日増体量の低下が見られます。将来になるにつれて、日増体量の低下は、内陸部でも拡大します。



²⁹⁹ 23℃を 100 とした場合の日増体量の減少率を示します。

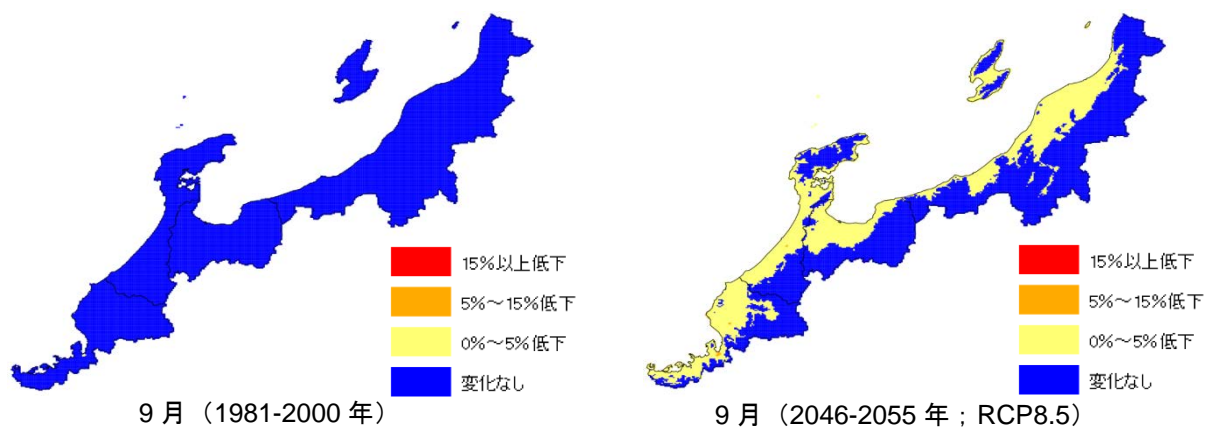


図 3.6-37 肉用豚の日増体量（北陸地域）

図 3.6-38～図 3.6-41 に 23℃を 100 とした場合の 6 月から 9 月の日増体量の推移を示します。箱ひげの見方については図 3.6-3 を参照下さい。

・ 6 月

6 月においては日増体量の変化はほとんど見られません。

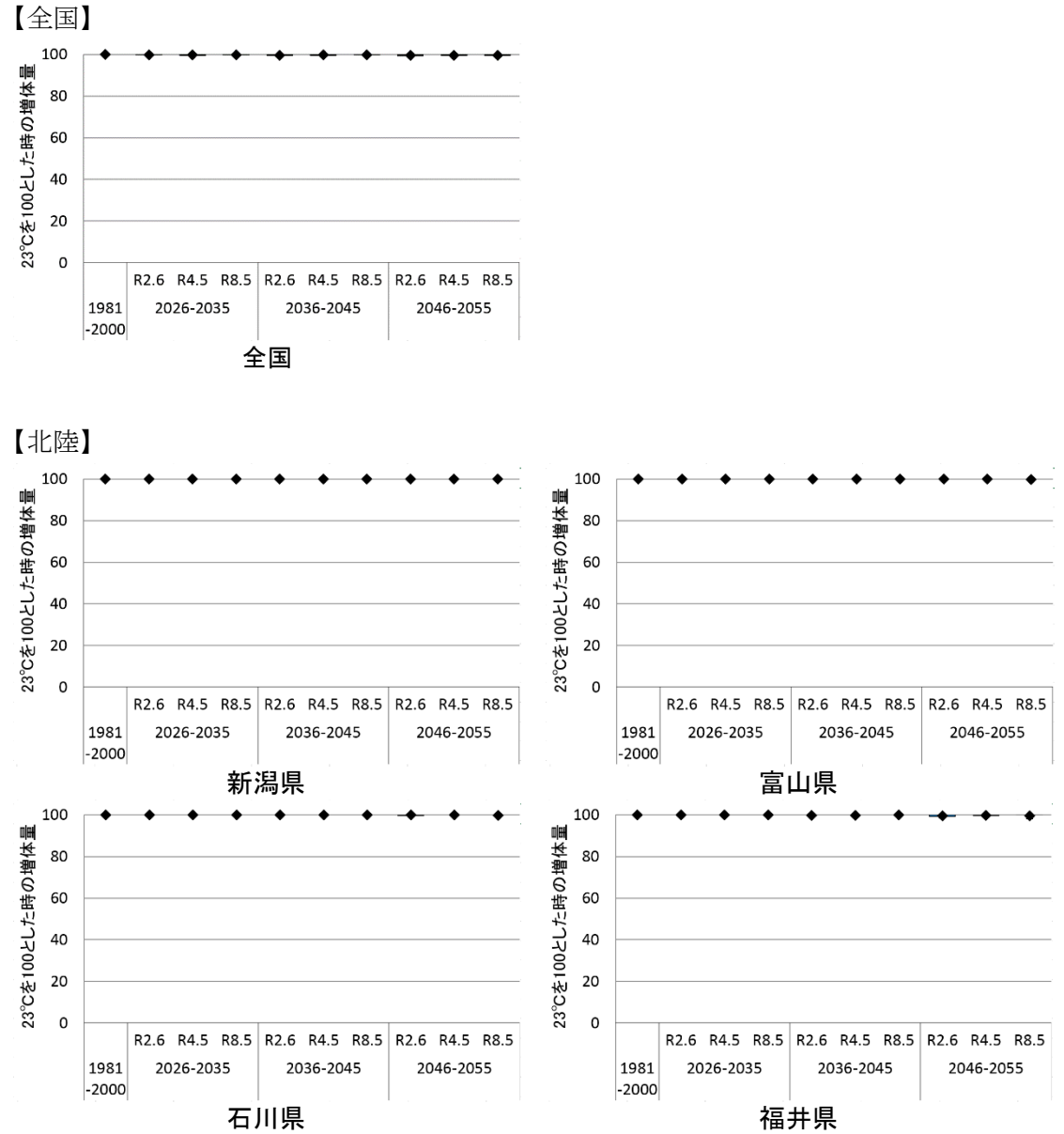
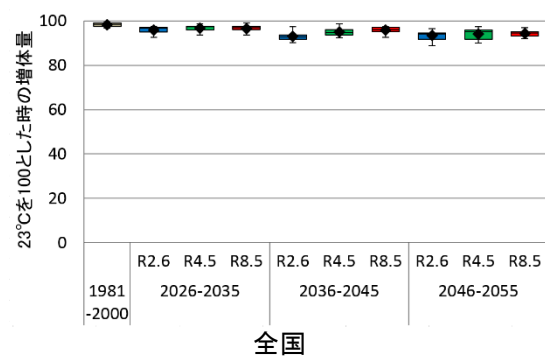


図 3.6-38 23℃を 100 とした場合の日増体量（6 月）の推移

・7月

いずれの地域においても日増体量の現状維持あるいは微減が見られます。

【全国】



【北陸】

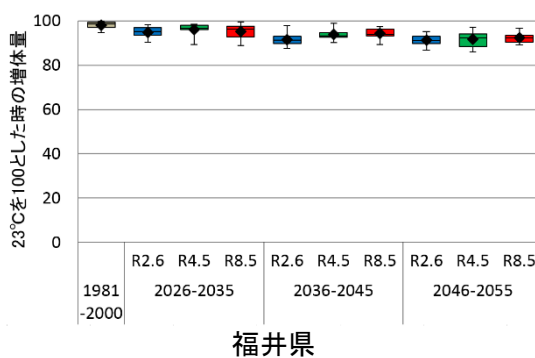
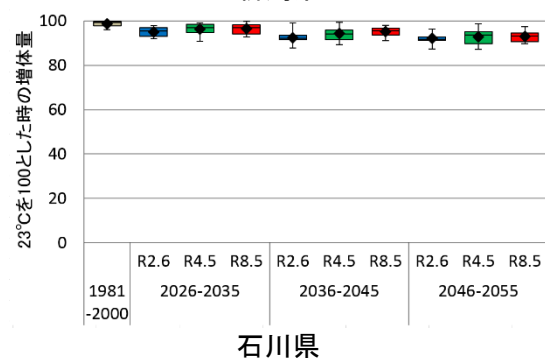
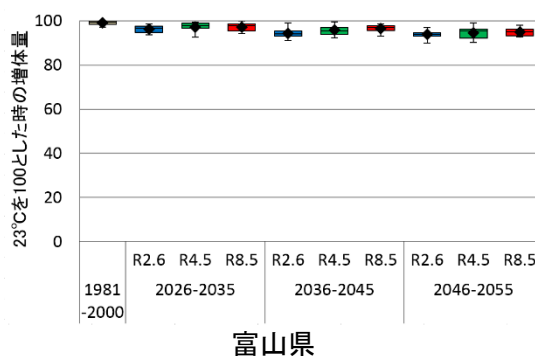
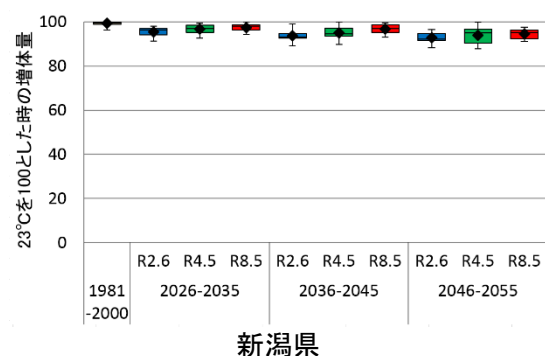
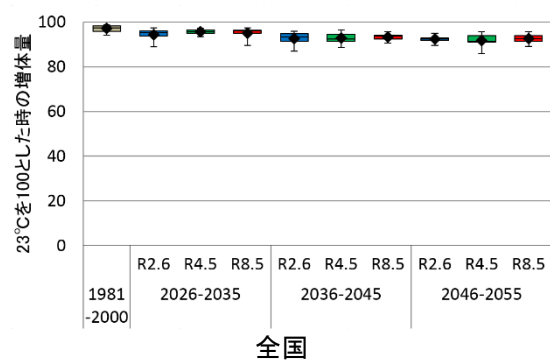


図 3.6-39 23°Cを100とした場合の日増体量（7月）の推移

・8月

いずれの地域においても日増体量の現状維持あるいは低下が見られます。

【全国】



【北陸】

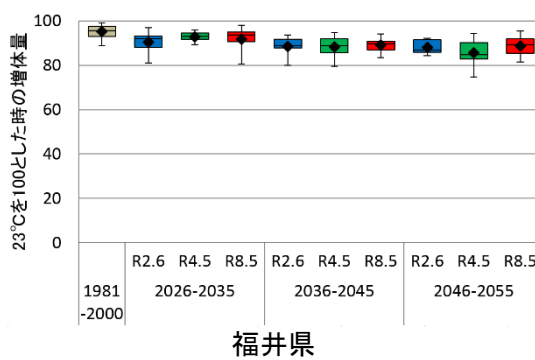
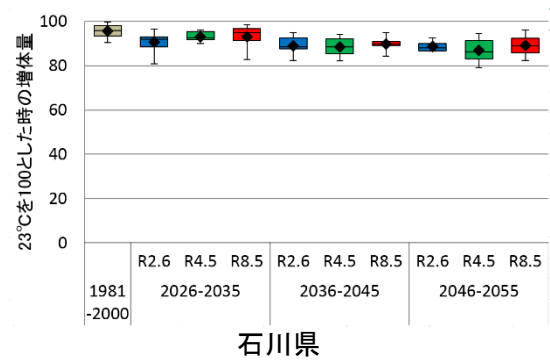
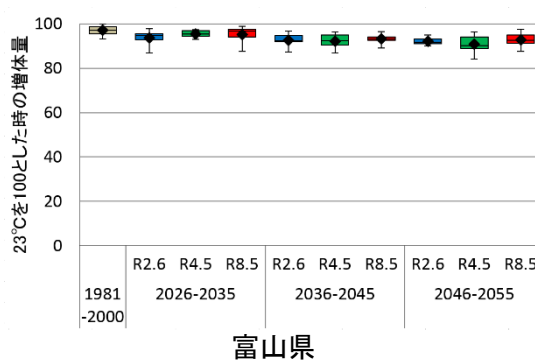
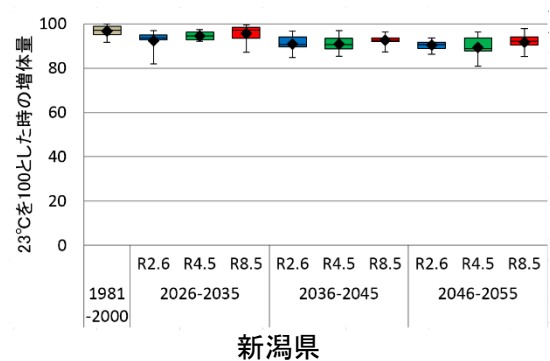
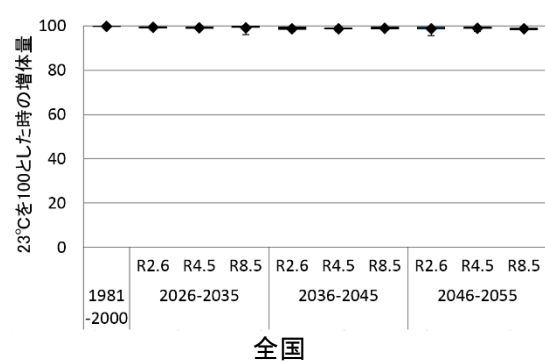


図 3.6-40 23°Cを100とした場合の日増体量（8月）の推移

・9月

9月においては日増体量の変化はほとんど見られません。

【全国】



【北陸】

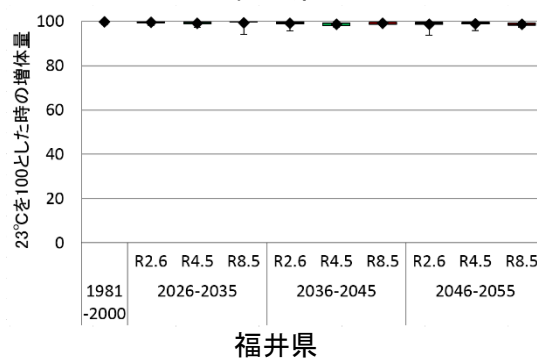
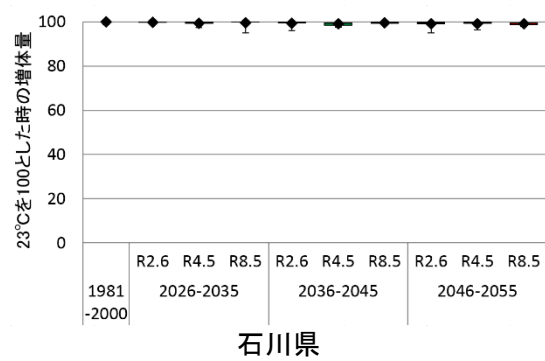
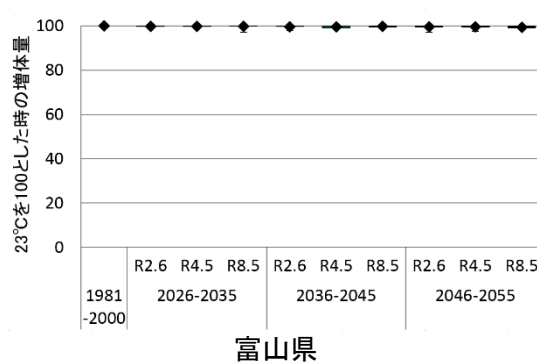
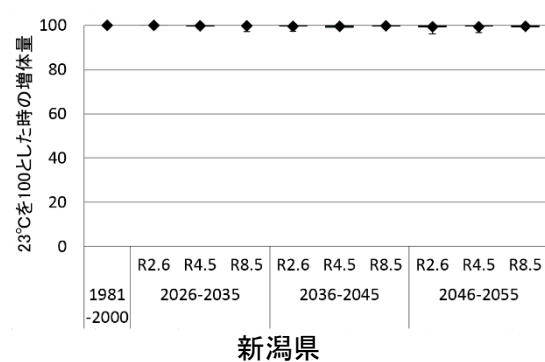
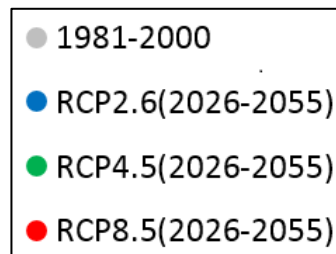
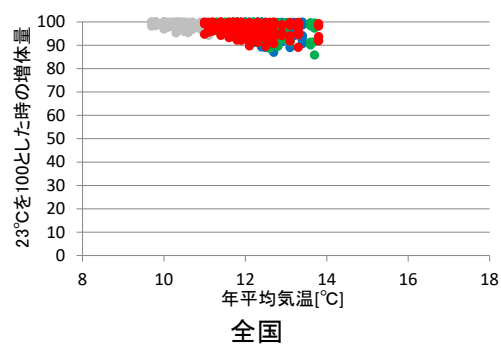


図 3.6-41 23°Cを100とした場合の日増体量（9月）の推移

図 3.6-42 に全ての期間および RCP の結果を対象に、横軸に気温、縦軸に 23℃を 100 とした際の日増体量との相関を示します。

【全国】



【北陸】

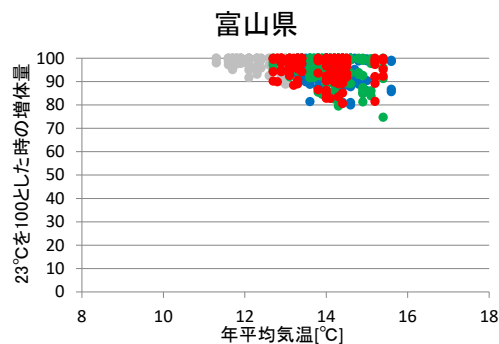
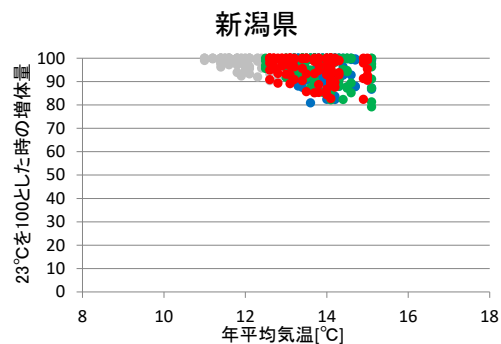
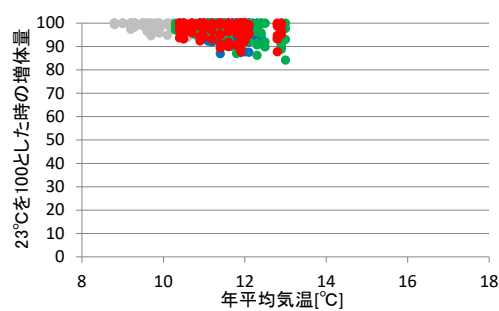
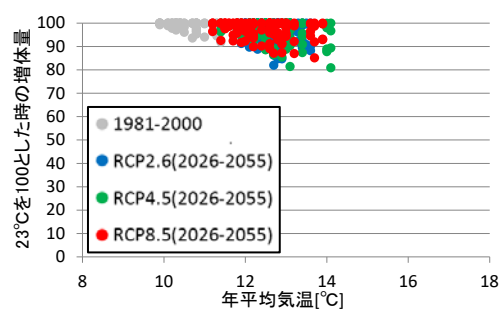


図 3.6-42 23℃を 100 とした場合の日増体量（6~9 月）と年平均気温の関係

(ウ) 適応策

肉用豚への影響に対する適応策については § 5.2.6.1 を参照下さい。

② 肉用鶏

(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 3.6-9 に示す鶏への影響が経年的に報告されています。

表 3.6-9 鶏への影響一覧

		全国 (47)	北日本 (7)	東日本 (17)	西日本 (23)	参考			
						H28	H27	H26	H25
採卵鶏	斃死	13	1	6	6	12	9	12	12
	産卵率・卵重の低下	11	0	7	4	13	14	11	10
肉用鶏	斃死	12	1	4	7	9	8	11	9
	増体・肉質の低下	4	0	3	1	6	9	10	10

(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、採卵鶏については、「産卵率」や「卵重」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、北陸地域を含んで定量的に影響評価が実施されているのは肉用鶏の「増体量」のみに留まります。

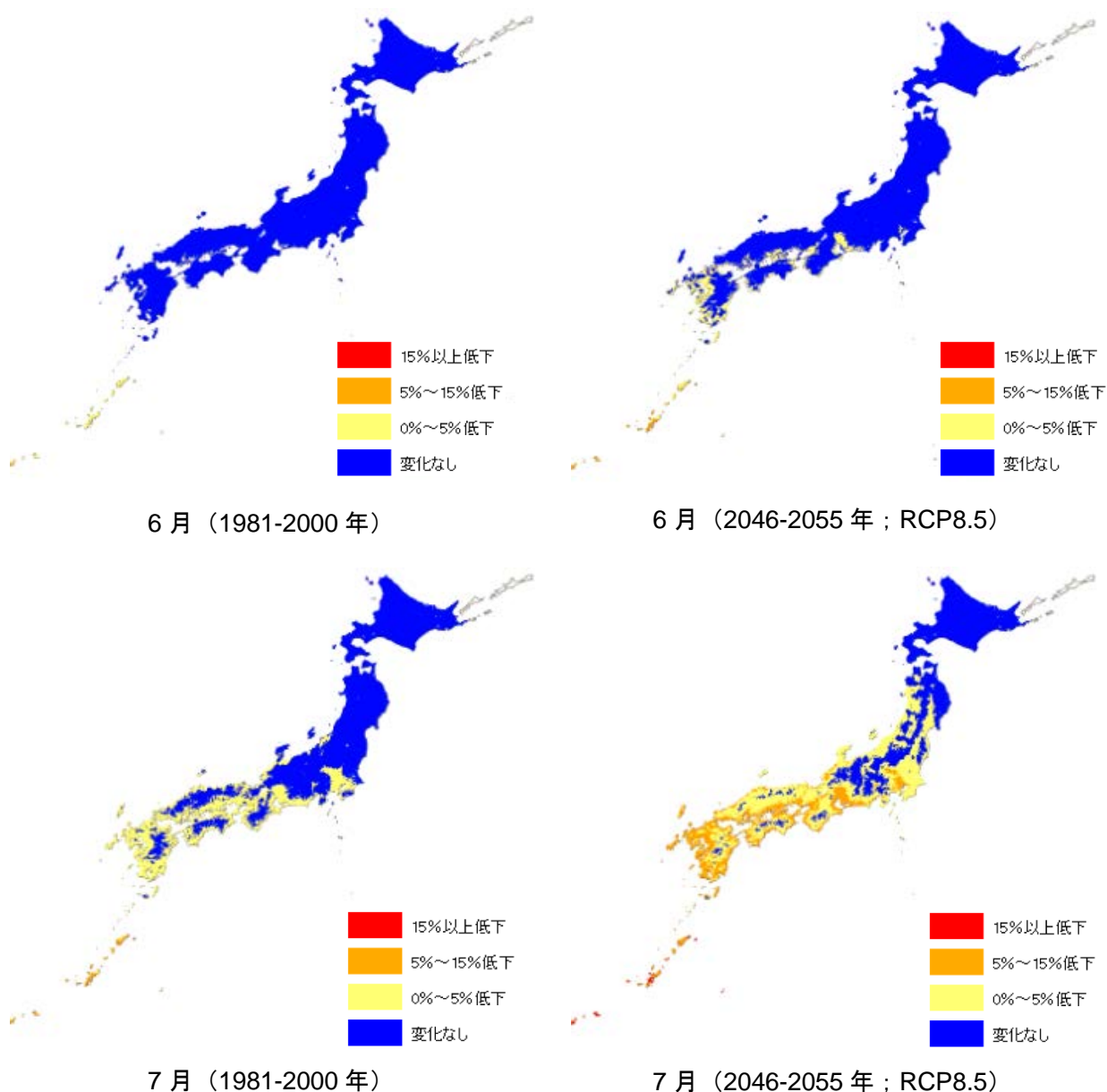
■ 日増体量

肉用鶏の増体量については山崎ら（2005）³⁰⁰による研究があります。この研究では、月平均気温情報をもとに日増体量の評価を行っています。ここでは、当該文献に記載されている影響評価手法をもとに日増体量の影響評価を実施しました。なお、当該文献においては、23℃区、28℃区、33℃区において複数の鶏を対象に、気温と日増体量の計測より作成した回帰式をもとに影響評価を実施しています。33℃区以降においても当該回帰式を用いることが可能かについては検討の必要があります。

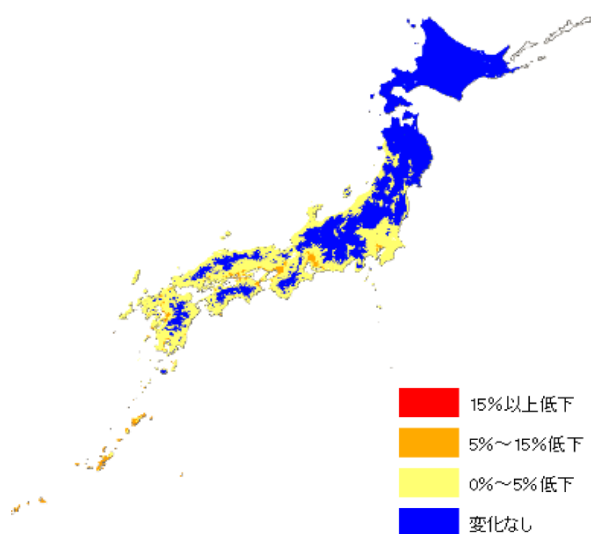
³⁰⁰ 山崎信・村上斉・中島一喜・阿部啓之・杉浦俊彦・横沢正幸・栗原光規（2005）：平均気温の変動から推定したわが国の鶏肉生産に対する地球温暖化の影響，日本畜産学会報，77（2），231-235

【全国】

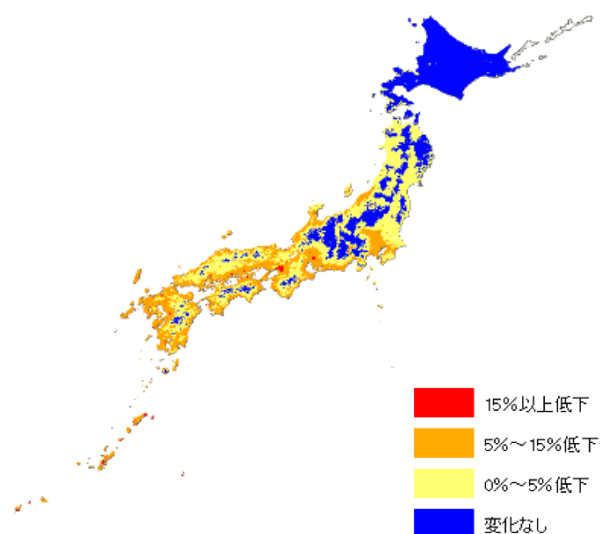
肉用鶏の日増体量の変化³⁰¹について、2046-2055 年における RCP8.5 の場合の 6 月、7 月、8 月、9 月の結果を示します（図 3.6-43）。現在についてみると、7 月及び 8 月において西日本の沿岸部を中心に日増体量の低下が見られます。将来になるにつれて、日増体量の低下は、内陸部でも拡大するとともに、沿岸域では更なる日増体量の低下が予測されました。



³⁰¹ 23℃を 100 とした場合の日増体量の減少率を示します。



8 月 (1981-2000 年)



8 月 (2046-2055 年 ; RCP8.5)



9 月 (1981-2000 年)

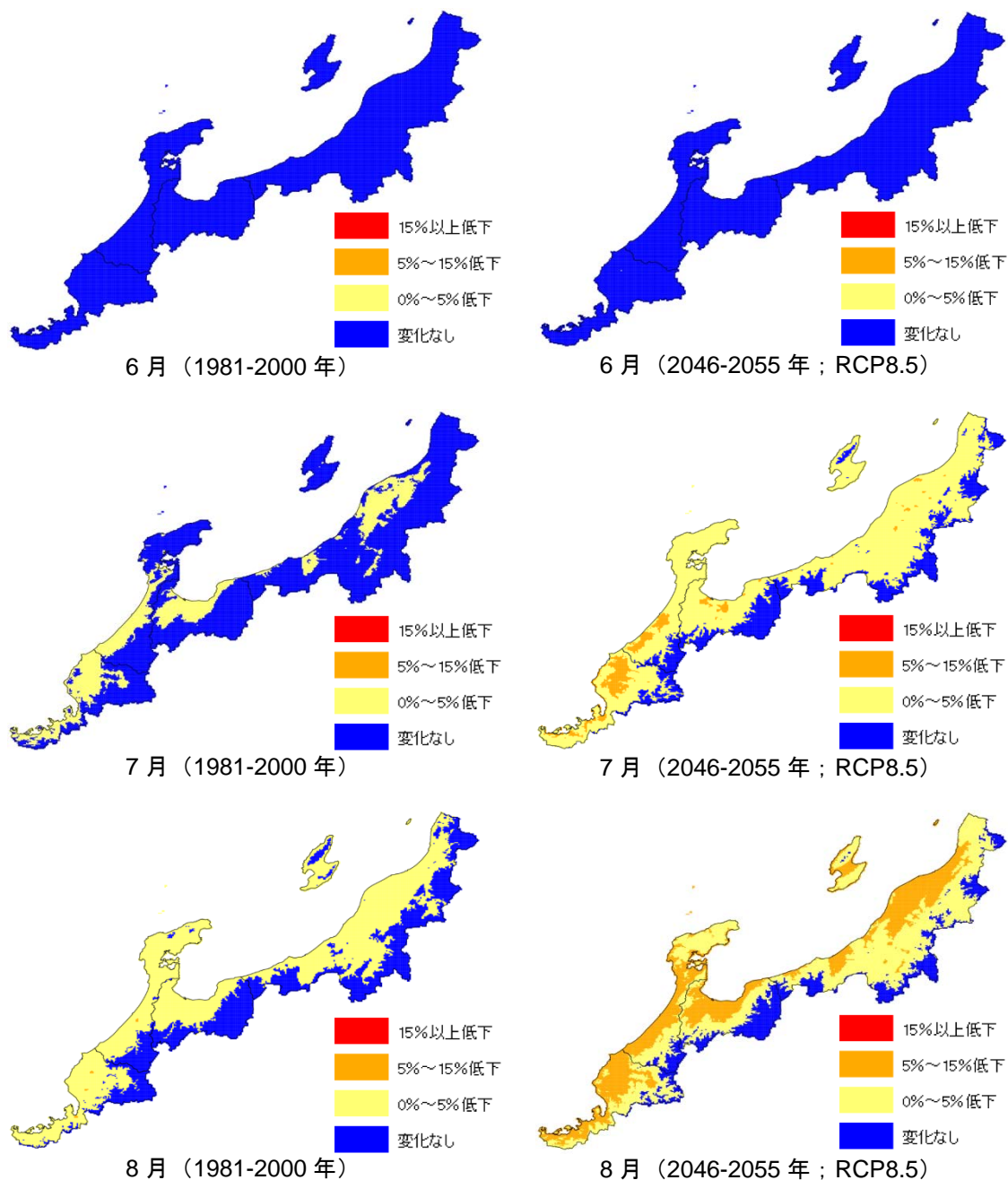


9 月 (2046-2055 年 ; RCP8.5)

図 3.6-43 肉用鶏の日増体量

【北陸】

肉用鶏の日増体量の変化³⁰²について、2046-2055 年における RCP8.5 の場合の 6 月、7 月、8 月、9 月の結果を示します（図 3.6-44）。現在についてみると、特に 7 月及び 8 月において沿岸部を中心に日増体量の低下が見られます。将来になるにつれて、日増体量の低下は、内陸部でも拡大します。



³⁰² 23℃を 100 とした場合の日増体量の減少率を示します。

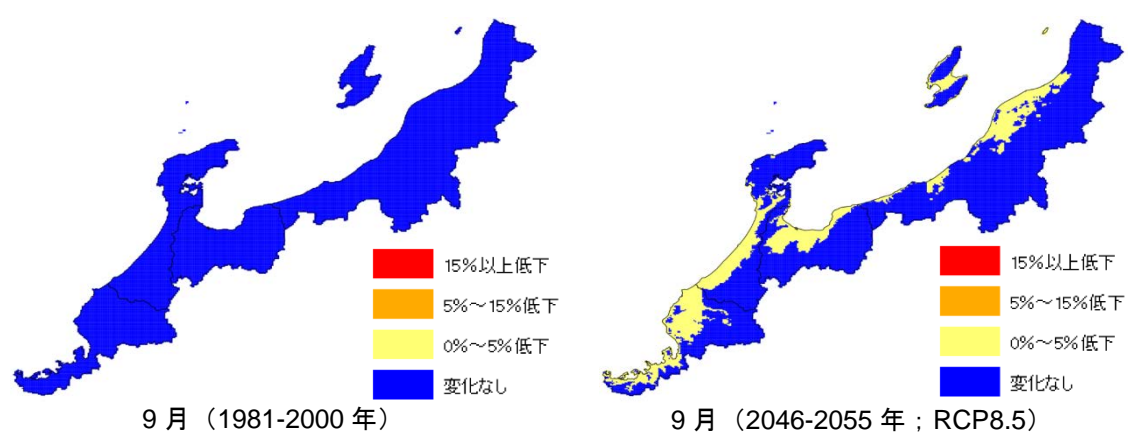


図 3.6-44 肉用鶏の日増体量（北陸地域）

図 3.6-45～図 3.6-48 に 23℃を 100 とした場合の 6 月から 9 月の日増体量の推移を示します。箱ひげの見方については図 3.6-3 を参照下さい。

・ 6 月

6 月においては日増体量の変化はほとんど見られません。

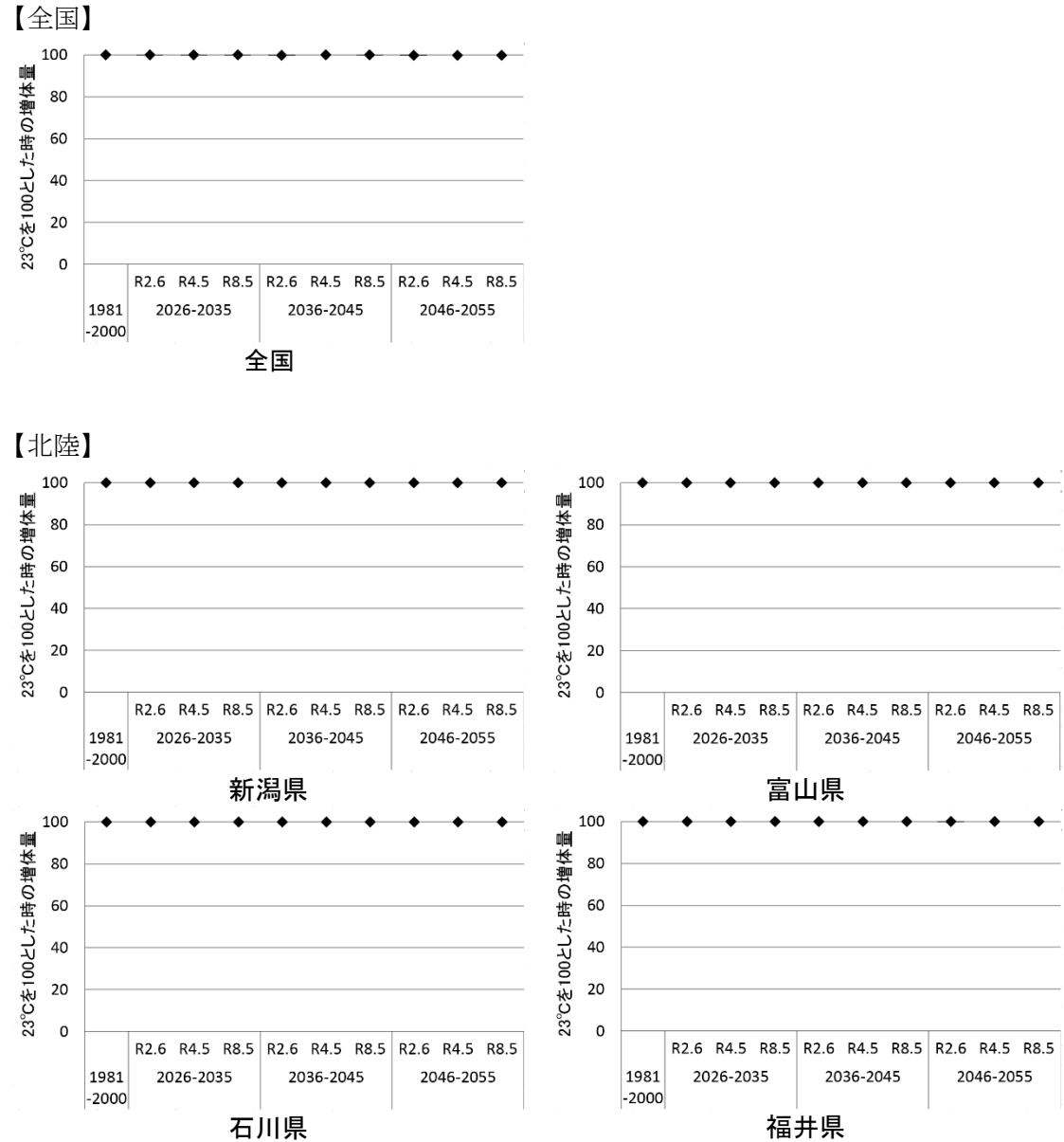
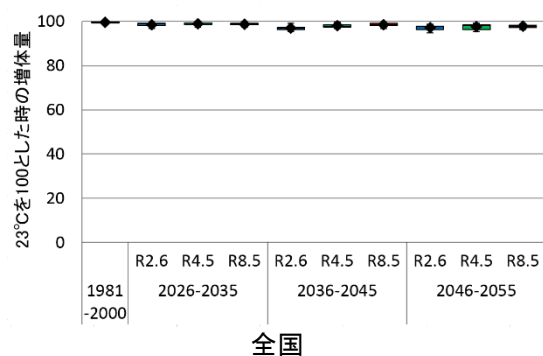


図 3.6-45 23℃を 100 とした場合の日増体量（6 月）の推移

・7月

日増体量が現状維持か、もしくは微減が見られます。

【全国】



【北陸】

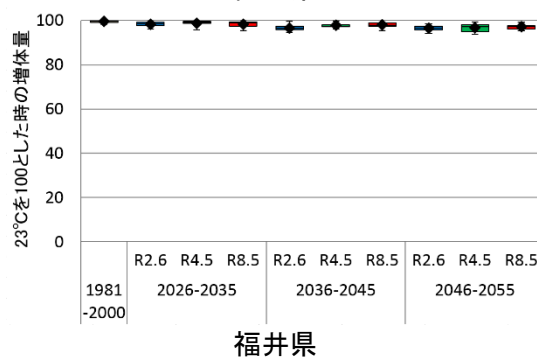
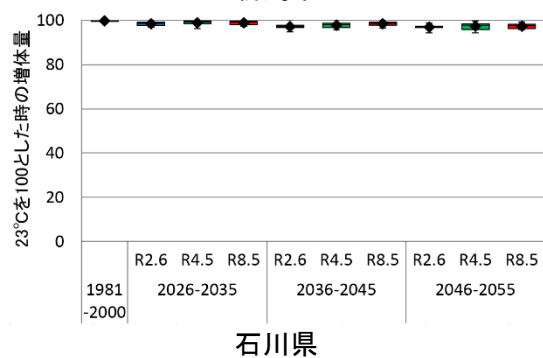
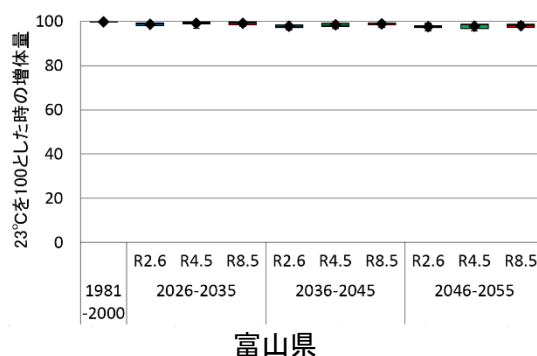
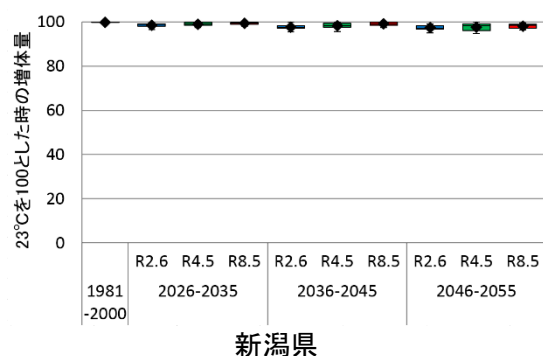
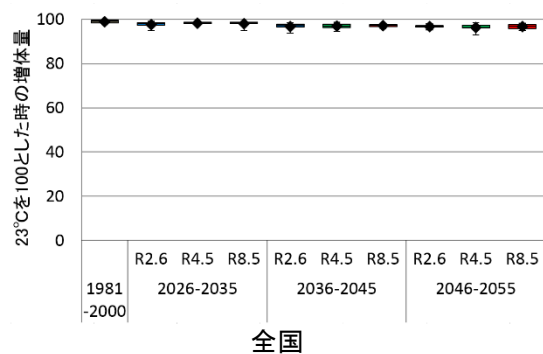


図 3.6-46 23°Cを100とした場合の日増体量（7月）の推移

・8月

日増体量が現状維持か、もしくは微減が見られます。

【全国】



【北陸】

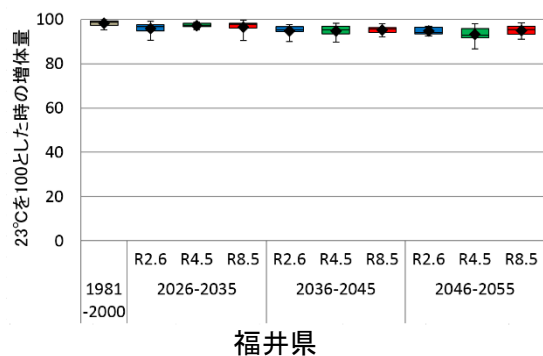
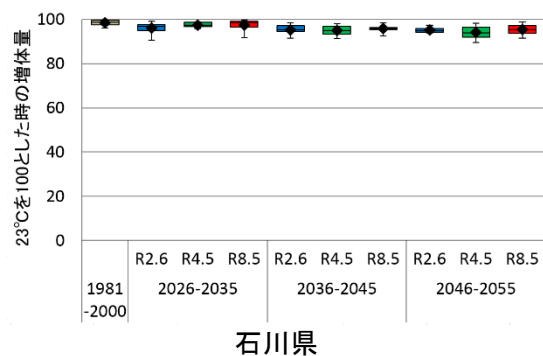
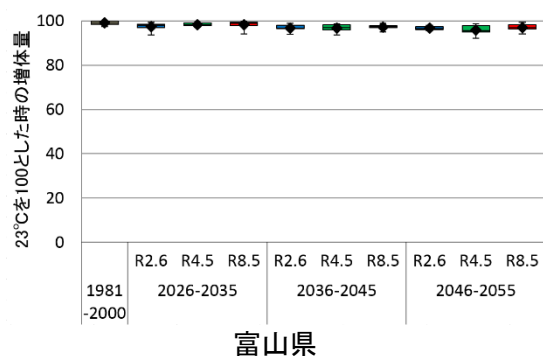
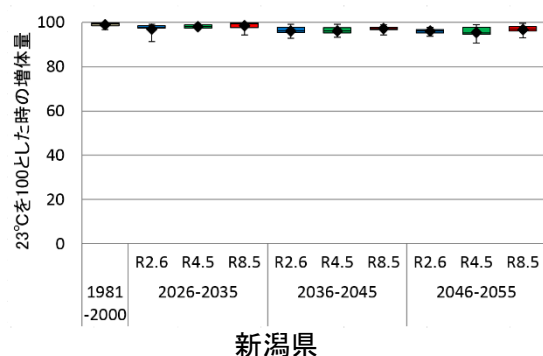
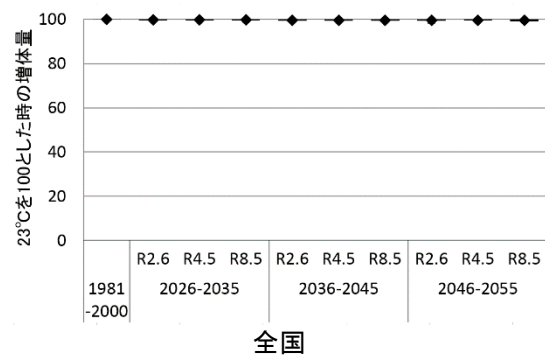


図 3.6-47 23°Cを100とした場合の日増体量（8月）の推移

・9月

9月においては日増体量の変化はほとんど見られません。

【全国】



【北陸】

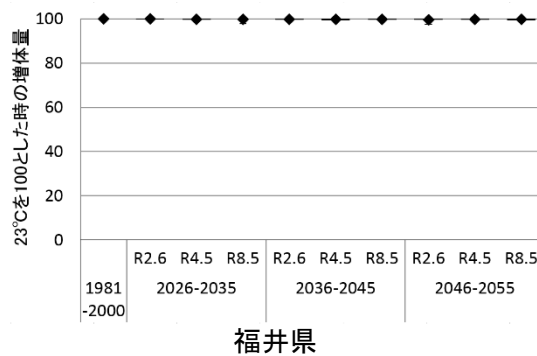
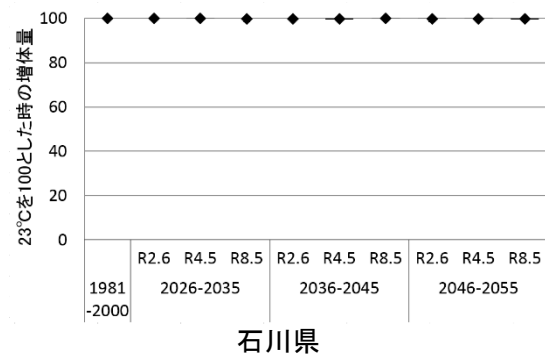
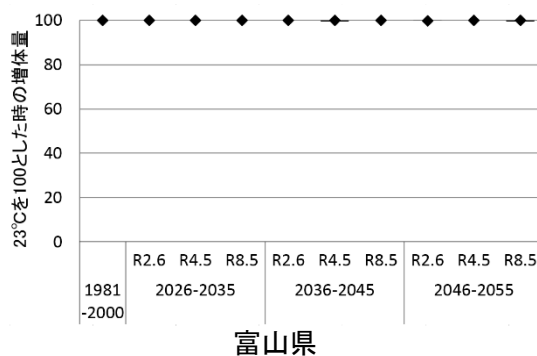
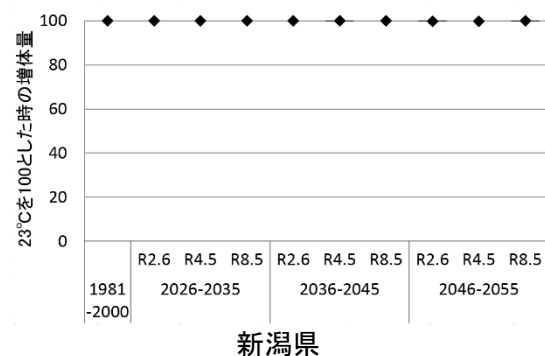
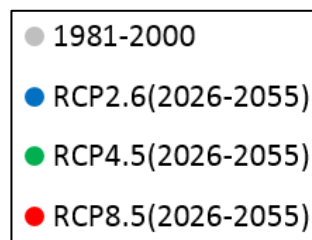
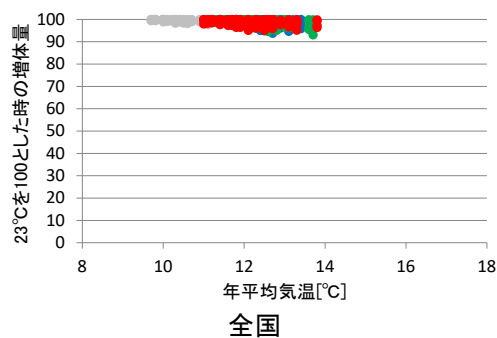


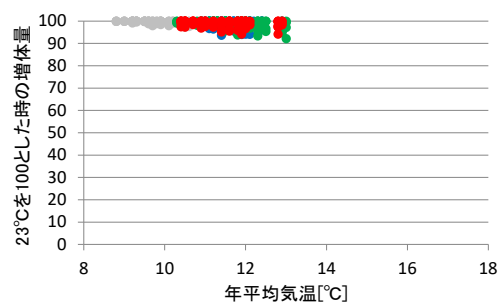
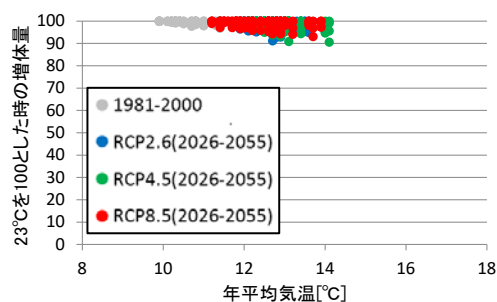
図 3.6-48 23°Cを100とした場合の日増体量（9月）の推移

図 3.6-49 に全ての期間および RCP の結果を対象に、横軸に気温、縦軸に 23℃を 100 とした際の日増体量との相関を示します。

【全国】

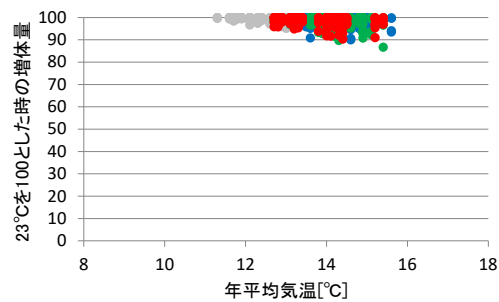
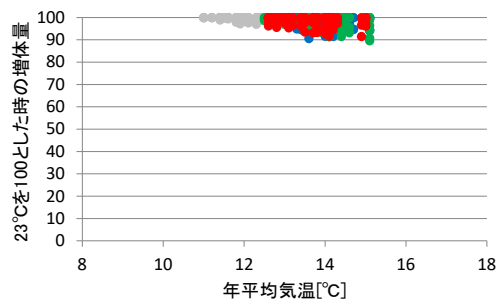


【北陸】



新潟県

富山県



石川県

福井県

図 3.6-49 23℃を 100 とした場合の日増体量（6～9 月）と年平均気温の関係

(ウ) 適応策

肉用鶏への影響に対する適応策については § 5.2.6.2 を参照下さい。

3.6.4.2 農業生産基盤

(1) 農業生産基盤

(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、気候変動による農業生産基盤への影響として、排水機場への豪雨の増加による影響が報告されています。

(イ)将来予測される影響

気候変動は農業生産基盤に影響を及ぼすことが危惧されています。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、「農業用水」への影響（必要用水量の変化や河川流量の減少による影響を含む）や、「排水機場」等の「農業施設」への豪雨や海面上昇等による影響、防災施設等の緒元の算出方法に関する情報提供が求められています。ここでは、「農業用水」や排水機場等の「農業施設」に関する将来の影響を示します。

なお、将来の降雨の傾向としては、無降水日数が増加する一方で、大雨や短時間強雨の発生頻度が増加することが予測されています³⁰³。前者は農業用水の減少をもたらす一方で、後者は農業施設への豪雨による影響をもたらすことが予想されています。

■ 農業用水

「農業用水」に対する影響については、Kudo et al. (2017)³⁰⁴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】

この研究では、2081-2100年を対象に、5つのGCM³⁰⁵と3つのRCPシナリオ³⁰⁶を用いて、農業用水量（渇水指標）の変化に関する予測を行っており、渇水指標として、水稻の生育に影響が大きいと考えられる代かき期と出穂期を対象として（1）10年確率代かき期半旬平均流量³⁰⁷と（2）10年確率出穂期半旬平均流量³⁰⁸が評価されています（図3.6-50、図3.6-51）。（1）10年確率代かき期半旬平均流量と（2）10年確率出穂期半旬平均流量は同様に、放射強制力が高いほど（RCP8.5シナリオになるほど）減少することが予測されました。

³⁰³ 気象庁（2017）：地球温暖化予測情報 第9巻

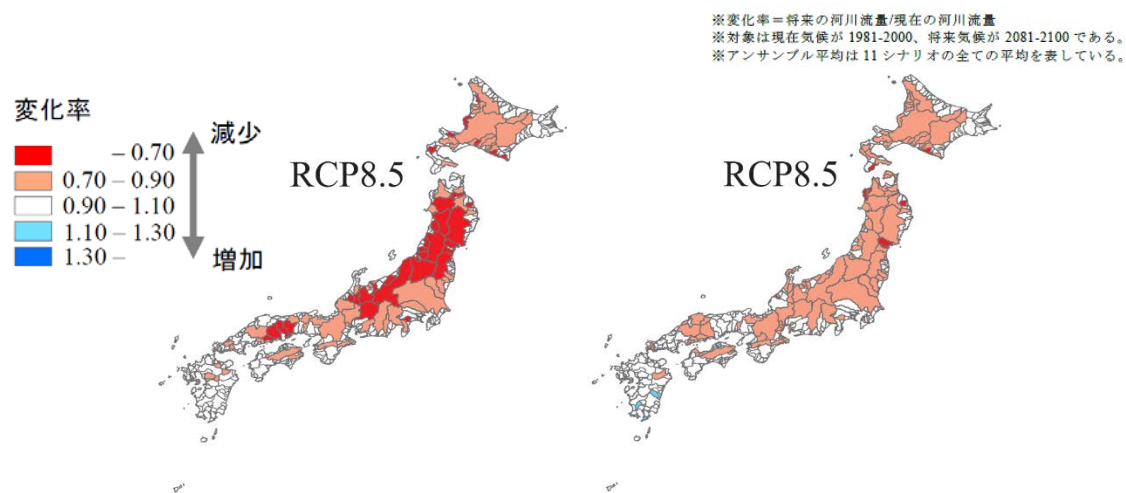
³⁰⁴ Kudo Ryoji, Takeo Yoshida and Takao Masumoto (2017) : Nationwide assessment of the impact of climate change on agricultural water resources in Japan using multiple emission scenarios in CMIP5, Hydrological Research Letters 11(1), 31-36

³⁰⁵ MIROC5、CSIRO-Mk3-6-0、HadGEM2-ES、CNRM-CM5、MRI-CGCM

³⁰⁶ RCP2.6、RCP4.5、RCP8.5

³⁰⁷ 代かき期の期間の半旬（5日）平均流量の10年確率値。

³⁰⁸ 出穂期の期間の半旬（5日）平均流量の10年確率値。



(1) 10 年確率代かき期半旬平均流量 (2) 10 年確率出穂期半旬平均流量

図 3.6-50 農業水利用に対する全国影響評価マップ

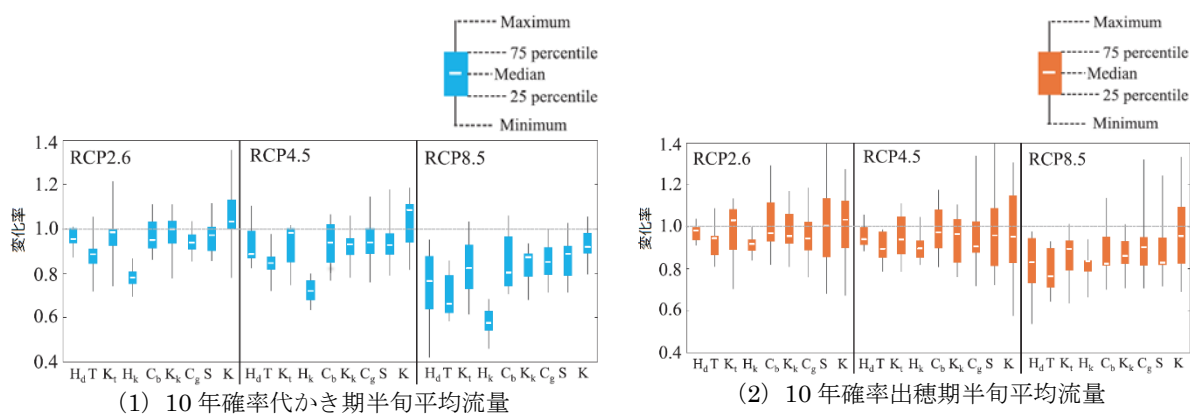


図 3.6-51 評価指標による不確実性の差 (11 の気候シナリオの幅)

Hd : 北海道、T : 東北、Kt : 関東、Hk : 北陸、Cb : 中部、Kk : 近畿、Cg : 中国、S : 四国、K : 九州

■ 農業施設（排水機場等）

排水機場等の「農業施設」に対する影響については、Kudo et al. (2017)³⁰⁹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】

この研究では、2081-2100 年を対象に、5 つの GCM³¹⁰と 3 つの RCP シナリオ³¹¹を用いて、河川流量（洪水指標）の変化に関する予測を行っており、洪水指標として、施設設計等の基準となる 10 年確率を目安として、10 年確率日流量³¹²が評価されています(図 3.6-52、図 3.6-53)。すべての排出シナリオで将来の 10 年確率日流量は増加傾向にあることが予測されました。

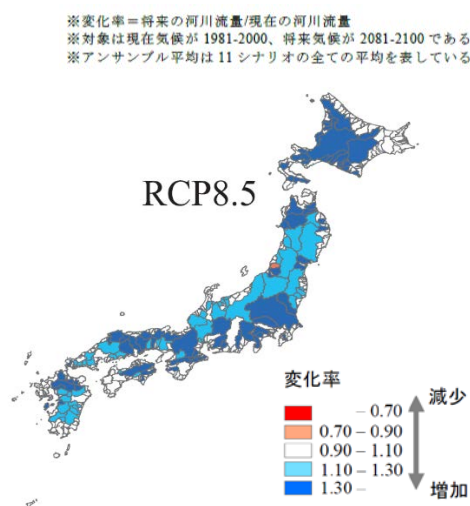


図 3.6-52 河川流量に対する全国影響評価マップ（10 年確率日流量）

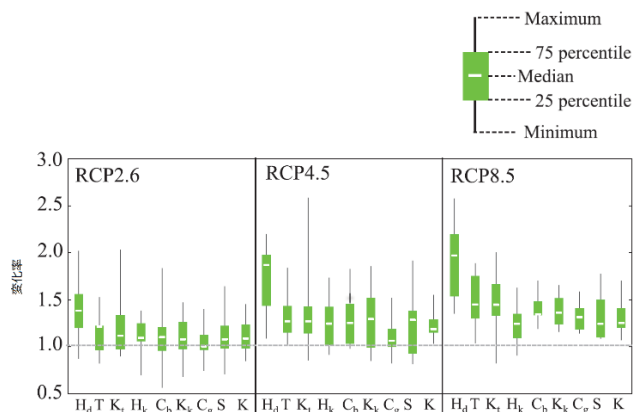


図 3.6-53 評価指標による不確実性の差
Hd：北海道、T：東北、Kt：関東、Hk：北陸、Cb：中部、Kk：近畿、Cg：中国、S：四国、K：九州

(ウ) 適応策

農業生産基盤への影響に対する適応策については § 5.3.1 を参照下さい。

³⁰⁹ Kudo Ryoji, Takeo Yoshida and Takao Masumoto (2017) : Nationwide assessment of the impact of climate change on agricultural water resources in Japan using multiple emission scenarios in CMIP5, Hydrological Research Letters 11(1), 31-36

³¹⁰ MIROC5、CSIRO-Mk3-6-0、HadGEM2-ES、CNRM-CM5、MRI-CGCM

³¹¹ RCP2.6、RCP4.5、RCP8.5

³¹² 梅雨期や台風期等に発生する豪雨に伴う洪水に絞るため、10 年確率日流量は通年ではなく、洪水期と考えられる 6-10 月の日流量から算出しました。

3.6.4.3 森林・林業

(1) 鳥獣害

① シカ

(ア)現在の影響状況

農林水産省「全国の野生鳥獣による農作物被害状況について（平成 29 年）」³¹³では、表 3.6-10 に示す野生動物による食害が経年的に報告されています。

表 3.6-10 野生鳥獣による農作物被害状況の推移³¹⁴

	年度別の被害面積（千 ha）								
	H29	H28	H27	H26	H25	H24	H23	H22	H21
シカ	35.4	42.8	51.2	50.7	48.3	62.3	62.2	63.7	57.1
サル	1.2	1.6	1.8	2.4	2.7	3.5	4.1	4.8	4.3
イノシシ	6.7	8.2	9.6	10.6	10.9	12.0	14.3	14.3	12.4
クマ	0.8	0.8	1.0	0.9	0.7	1.0	0.9	0.9	0.8

(イ)将来予測される影響

本事業において実施した自治体アンケート結果によると、「食害」に関する影響についての情報提供が求められています。ここでは、食害を生じさせる野生鳥獣害の一種、ニホンジカの「分布」に関する将来の予測結果について示します。

■ ニホンジカの平均分布確率

ニホンジカの「分布」に関する研究が、Ohashi et al. (2016)³¹⁵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、シカの永続性コロニー形成モデルを用いて、ニホンジカの分布範囲の予測を行っています。1978 年から 2003 年において、ニホンジカの生息適域は日本の約 71.6% を占めるに至りました。

将来の分布範囲を予測する際に、気候（4 つの GCM³¹⁶と 1 つの排出シナリオ³¹⁷）と土地利用（将来の土地利用変化）、さらに地形の 3 つの要素を用いています³¹⁸。

³¹³ http://www.maff.go.jp/j/seisan/tyozyu/higai/h_zyokyo2/h28/180119.html

³¹⁴ （平成 29 年） 参考 3 野生鳥獣による農作物被害状況の推移

（http://www.maff.go.jp/j/seisan/tyozyu/higai/h_zyokyo2/h29/attach/pdf/181026-1.pdf） 一部抜粋

³¹⁵ Haruka Ohashi, Yuji Kominami, Motoki Higa, Dai Koide, Katsuhiro Nakao, Ikutaro Tsuyama, Tetsuya Matsui and Nobuyuki Tanaka (2016) : Land abandonment and changes in snow cover period accelerate range expansions of sika deer, Ecology and Evolution; 6: 7763-7775.

³¹⁶ CSIRO-Mk3.0, MRI-CGCM2.3.2a, GFDL-CM2.1, MIROC3.2(high resolution)

³¹⁷ SRES-A1B シナリオ（およそ RCP6.0 シナリオに相当）

³¹⁸ 計算には、気候変動と将来の土地利用変化を組み合わせ、過去のシカの分布変化のみを考慮したベースラインシナリオ、気候変動のみの変化を考慮した気候変動シナリオ、将来の土地利用変化のみを考慮した土地利用変化シナリオ、気候変動と土地利用変化の両方を考慮した気候・土地考慮シナリオの 4 つのシナ

予測結果から、どのシナリオであってもニホンジカの広範囲の拡大が予測されました（図 3.6-54）。ベースラインシナリオであっても、2103 年に、 $304.2 \times 10^3 \text{ km}^2$ まで分布域が拡大します（図 3.6-54 (a)）。土地利用変化シナリオでは、ベースラインシナリオよりも分布域が 1.4%から 2.6%広く拡大します（図 3.6-54 (b)）。気候変動のみのシナリオはベースラインシナリオより 3.1%から 9.8%広く拡大します（図 3.6-54 (c)）。気候・土地考慮シナリオでは、ベースラインシナリオより 4.6%から 11.9%広がります（図 3.6-54 (d)）。特にニホンジカの範囲拡大は、郊外周辺および本州北部で発生すると予測されました（図 3.6-54 (g)）。

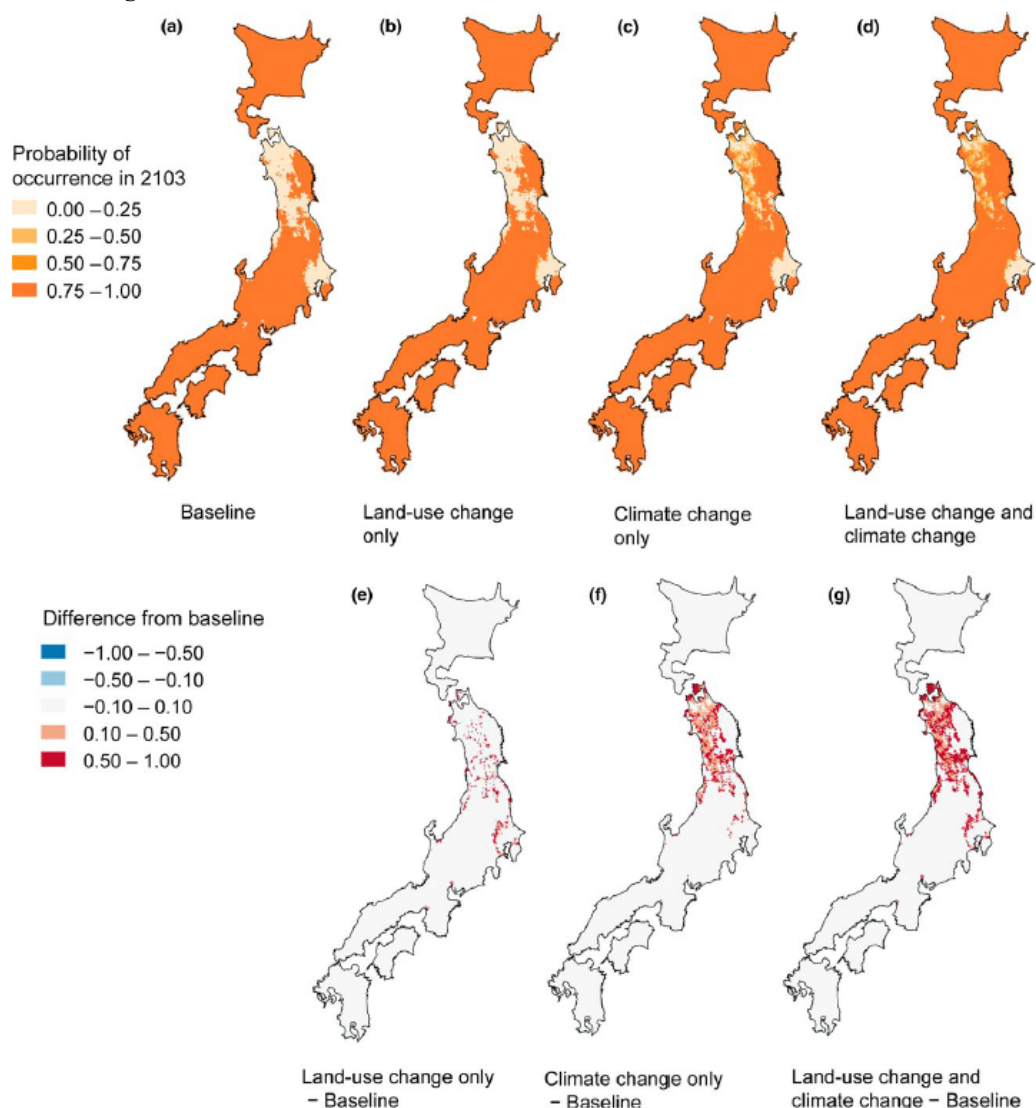


図 3.6-54 4つのシナリオにおける2103年のニホンジカの平均分布確率

(ウ) 適応策

シカの食害に対する適応策については § 5.4.3.1 を参照下さい。

リオをもとに行いました。

3.6.4.4 水産業（回遊性魚介類）

(1) カタクチイワシ

(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、現状では気候変動によるカタクチイワシへの影響は報告されませんでした。

(イ)将来予測される影響

本事業において実施した自治体アンケート結果によると、海面主要水産魚類「分布域」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、北陸地域を含んで定量的に影響評価が実施されているのはカタクチイワシの「仔魚の分布」のみに留まります。

■ 仔魚の分布

カタクチイワシの「仔魚の分布」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）³¹⁹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。

【全国】

カタクチイワシの卵分布調査により、水温 19℃付近、日出～日の入の時間が 14 時間付近で卵密度が高くなることが予想されました。その結果を基に、2 月産卵と 5 月産卵における将来の仔魚の分布について予測が行われています（図 3.6-55、図 3.6-56）³²⁰。2 月産まれ産卵場（図 3.6-55）では温暖化に伴い産卵域が北側に拡大し、九州西岸に輸送される仔魚量が若干増加しました。一方で 5 月産まれ産卵場（図 3.6-56）では温暖化に伴い産卵域が北側に拡大したものの、九州西岸に輸送される仔魚量は大幅に減少しました。

³¹⁹ 長谷川徹（2018）：気候変動による東シナ海へのカタクチイワシへの影響，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.8, (<http://ccaff.dc.affrc.go.jp/conference2018/pdf/008.pdf>)

³²⁰ 引用文献には、使用した海洋シナリオの条件等の記載は見当たりませんでした。

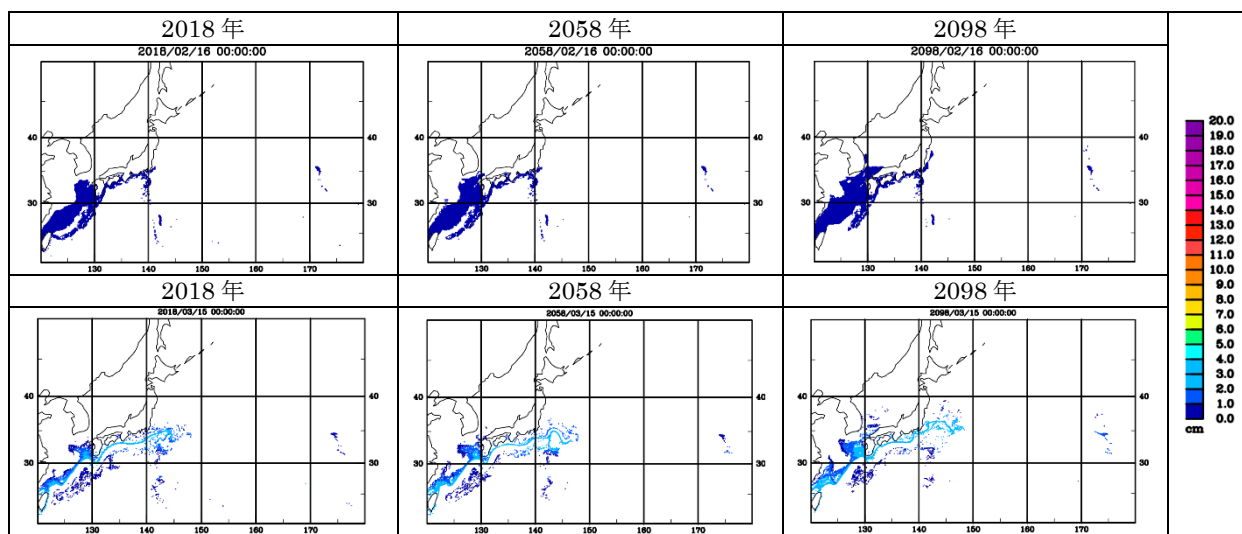


図 3.6-55 温暖化影響の予測（2月産卵）

上図：2月生まれの産卵場、下図：2月生まれ3月中旬の分布

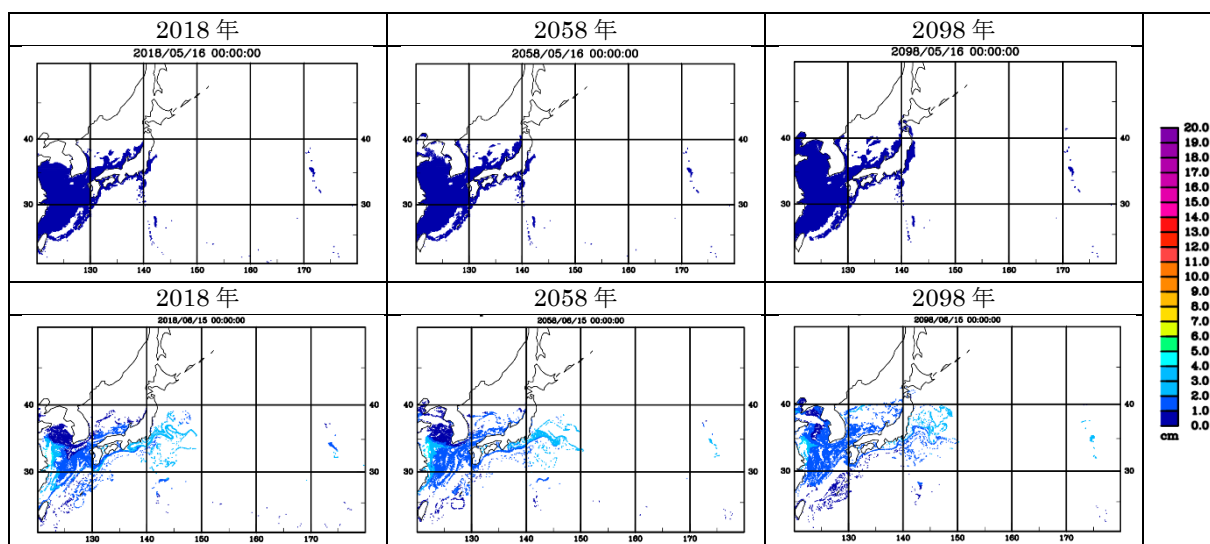


図 3.6-56 温暖化影響の予測（5月産卵）

上図：5月生まれの産卵場、下図：5月生まれ6月中旬の分布

(ウ) 適応策

水産業（回遊性魚介類）においては、品目ごとの適応策に関する情報が十分でないため、水産業（回遊性魚介類）全般に対する適応策を示すことに留まります。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。

3.6.4.5 水産業（増養殖類）

(1) 藻場

(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藻場への影響は報告されませんでした。

(イ)将来予測される影響

本事業において実施した自治体アンケート結果によると、磯根資源の「生育域」や「藻場の変化」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、北陸地域を含んで定量的に影響評価が実施されている事例はないものの、瀬戸内海を対象に「藻場の分布」に関連する研究事例があります。

■ 藻場分布

「藻場の分布」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）³²¹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。

【瀬戸内海】

1 つの排出シナリオ（RCP8.5）を用いて³²²、2050 年代の藻場の分布変化に関する将来予測が行われています（図 3.6-57）。なお、今後も藻場（コンブ目）が残る条件は、冬期に水温 15℃以下が 70 日以上、かつ夏期に水温 29℃以上が 6 日未満となる場所としました。予測の結果、RCP8.5 シナリオの場合、2050 年代になると瀬戸内海のごく一部にしかコンブ目藻類が残らないことが予測されました。

³²¹ 吉田吾郎（2018）：気候変動による瀬戸内海～黒潮沿岸域の藻場の分布変化の将来予測，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.18, (<http://ccaff.dc.affrc.go.jp/conference2018/pdf/018.pdf>)

³²² 引用文献には、使用した海洋シナリオ等の条件の記載は見当たりませんでした。

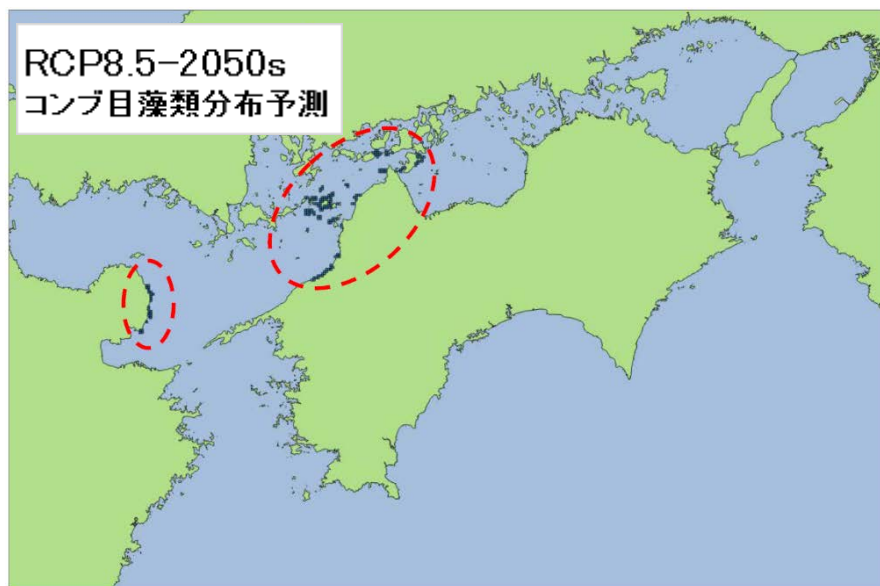


図 3.6-57 2050 年代（RCP8.5）におけるコンブ目藻類分布予測
 温帯性コンブ目の生育条件 冬：水温 15℃以下が 70 日以上、夏：水温 29℃以上が 6 日未満

（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。