

3.8 中国・四国地域

3.8.1 ニーズのある品目・項目

中国・四国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。

3.8.2 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。中国・四国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 3.8-1 に整理しました。

表 3.8-1 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 ³⁸⁷	備考 ³⁸⁸
1	水稲	水稲	収量	7	既存文献引用	
			品質 ³⁸⁹	7	既存文献引用	
			病虫害	3	新規影響評価	
2	果樹	ブドウ	着色不良	1	新規影響評価	
		リンゴ	栽培適地	1	新規影響評価	
		カンキツ (ウンシュウミ カン)	栽培適地	2	新規影響評価	
			浮皮多発生年	1	既存文献引用	他地域情報
		カンキツ (タンカン)	栽培適地	2	新規影響評価	参考情報 ※ ³⁹⁰
3	野菜	ブロッコリー	異常花蕾 (ブラウンビーズ)	1	既存文献引用	
		トマト	果実糖度	1	既存文献引用	§4 参照
		全般	病虫害	1	新規影響評価	
4	麦・大豆・飼料 作物等	大豆	収量	1	既存文献引用	他地域情報
			品質	1	既存文献引用	他地域情報
			栽培適地	3	既存文献引用	他地域情報

³⁸⁷ 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。

³⁸⁸ 「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。

³⁸⁹ 白未熟粒、不稔、登熟不良を含みます。

³⁹⁰ 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。

No	分野	品目	項目	回答 自治体数	活用手法 ³⁸⁷	備考 ³⁸⁸
		飼料作物	栽培適地 ³⁹¹ (牧草)	1	既存文献引用	
			収量 (寒地型牧草)	1	既存文献引用	
			栽培適地 (飼料用トウモロコシ)	1	既存文献引用	
			収量 (飼料用トウモロコシ)	1	既存文献引用	他地域情報
			病虫害	1	既存文献引用	
5	工芸作物	茶	栽培適域	1	新規影響評価	
			病虫害	1	新規影響評価	
		肉用豚	日増体量	3	新規影響評価	
		肉用鶏	日増体量	2	新規影響評価	
		乳用牛	乳量	3	既存文献引用	※ ³⁹² §4 参照
7	農業生産 基盤	農業生産基盤	農業用水	5	既存文献引用	
			農業施設 (排水路等)	1	既存文献引用	
			ため池 ³⁹³	3	既存文献引用	
8	森林・林 業	スギ林	生育適地	4	新規影響評価	
		マツ林	マツ枯れ危険 域	1	新規影響評価	
		自然林	生育適地 (潜在生息域)	1	既存文献引用	
		シカ	分布域	1	既存文献引用	
9	水産業 ³⁹⁴ (増養殖 等)	ノリ	養殖期間	1	既存文献引用	§4 参照
		藻類	分布	1	既存文献引用	
			生息範囲	1	既存文献引用	§4 参照
10	水産業 ³⁹⁴ (回遊性 魚介類)	イワシ類	回遊範囲	1	既存文献引用	§4 参照
			来遊時期	1	既存文献引用	§4 参照
			来遊量	1	既存文献引用	§4 参照
		マアジ	分布・回遊範 囲	2	既存文献引用	§4 参照

³⁹¹ 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。

³⁹² 定量的評価の際に、時間別気温データが必要となる。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。

³⁹³ 豪雨の増加、降雨強度の高まりによる用排水路への影響

³⁹⁴ 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。

3.8.3 気候予測

3.8.3.1 気温

【全国】

図 3.8-1 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。

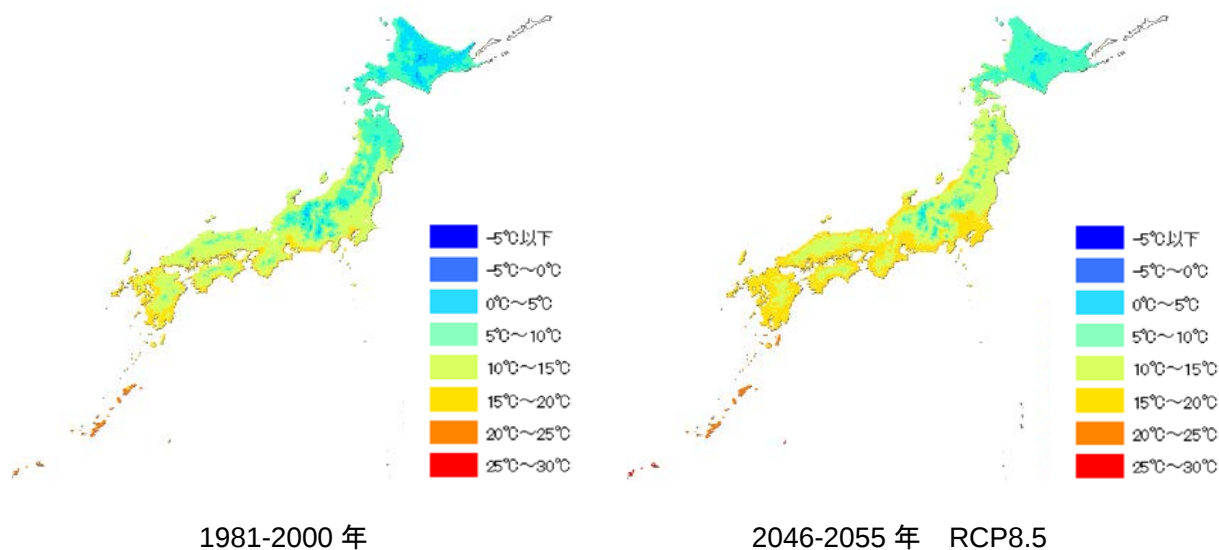


図 3.8-1 年平均気温

【中国・四国】

図 3.8-2 に中国・四国の 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。

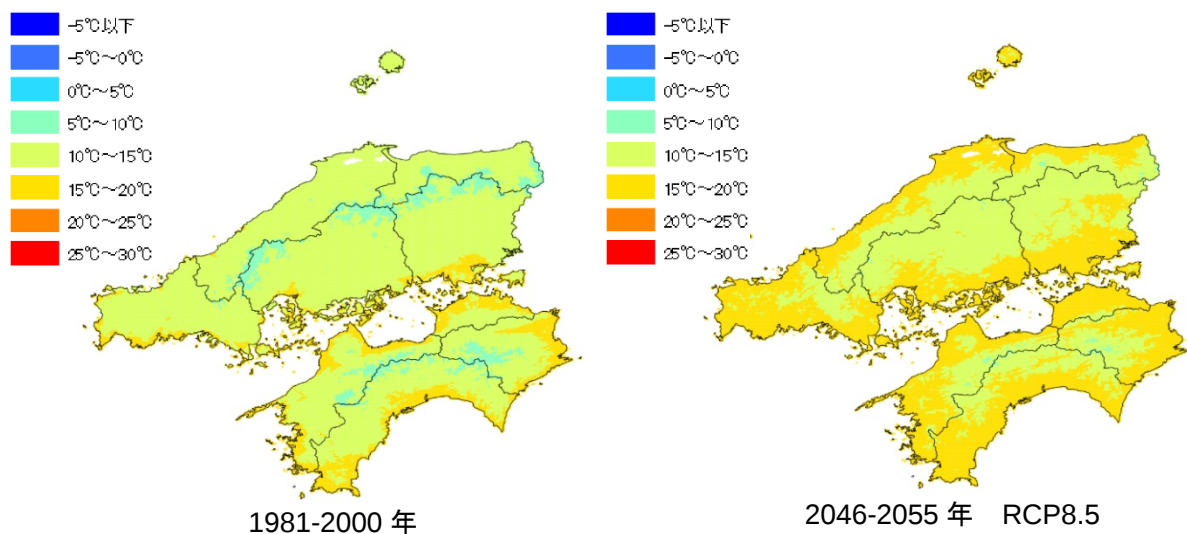
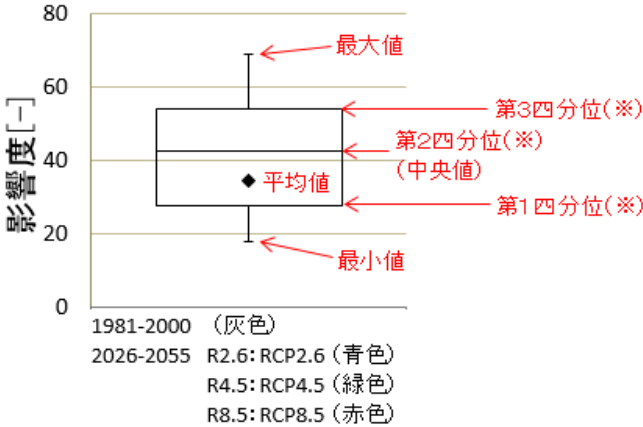


図 3.8-2 年平均気温（中国・四国地域）

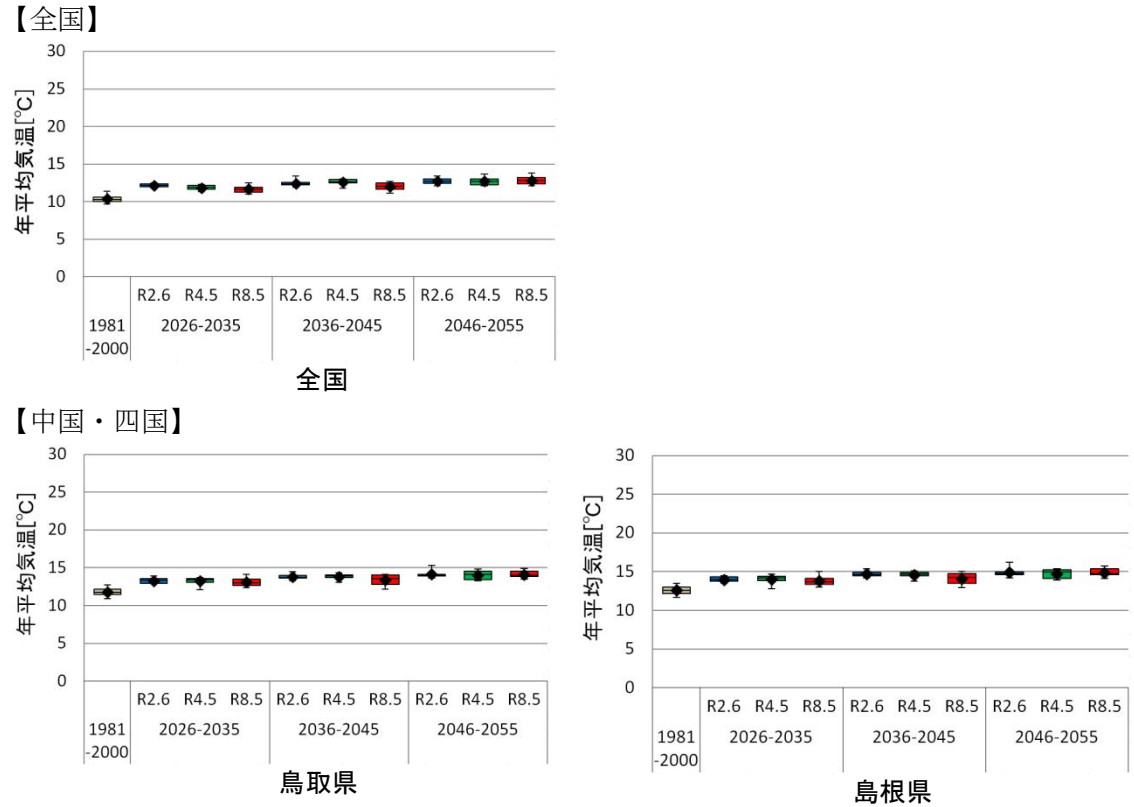
以下では、1981-2000 年および将来 3 期間（RCP 別）のそれぞれの 10 年における予測値を箱ひげで記載しています。箱ひげの見方については図 3.8-3 を参照下さい。



※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 3.8-3 箱ひげの解説

図 3.8-4 に中国・四国における年平均気温の推移を示します。



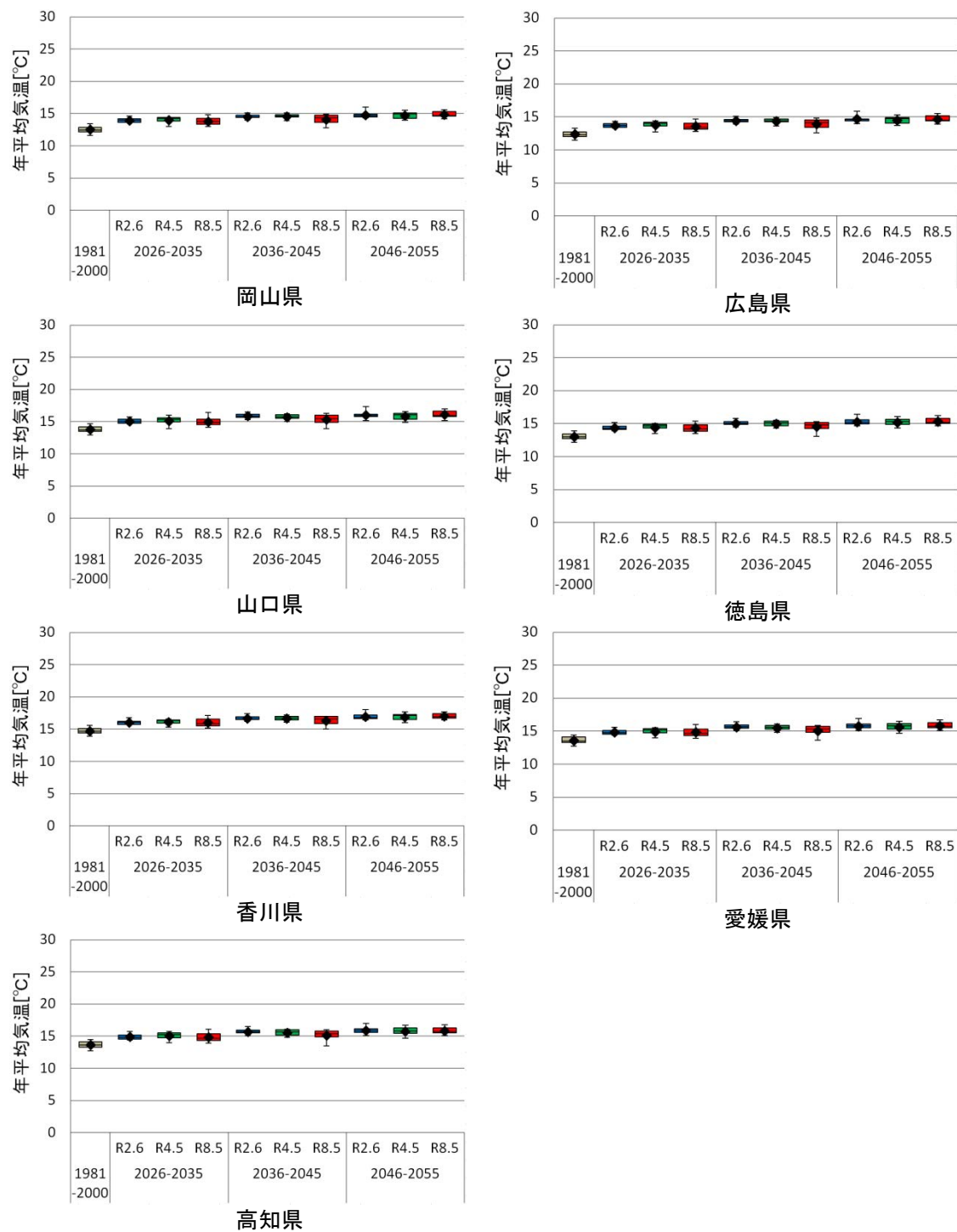


図 3.8-4 年平均気温の推移

3.8.3.2 降水量

【全国】

図 3.8-5 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。

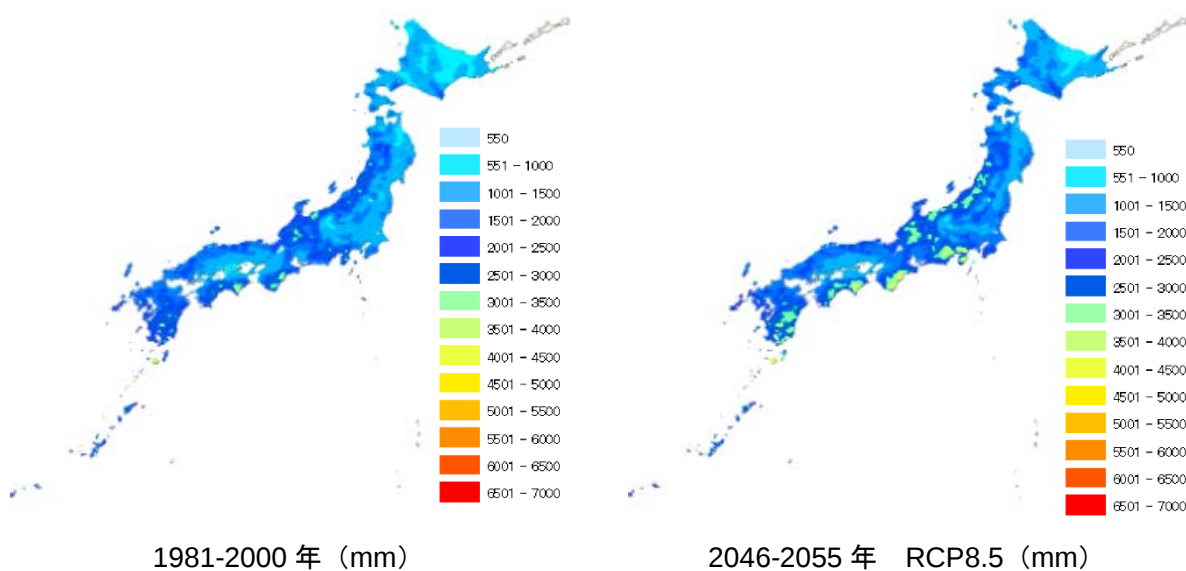


図 3.8-5 年降水量

【中国・四国】

図 3.8-6 に中国・四国の 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。

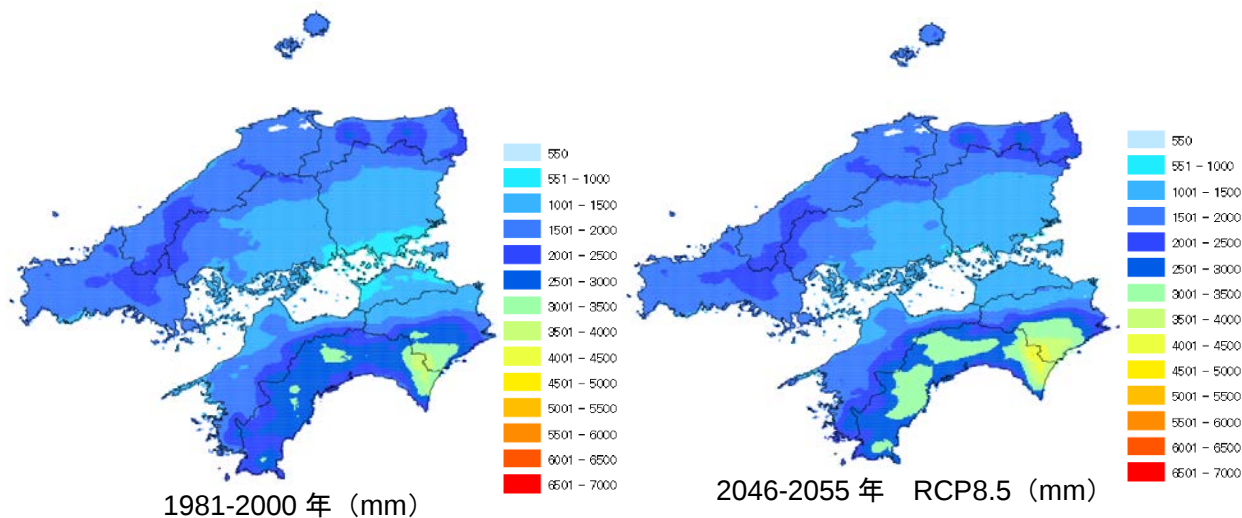
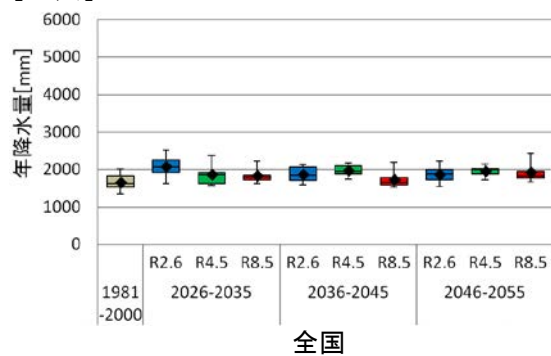


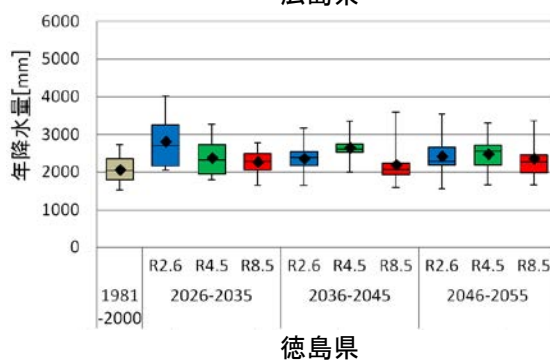
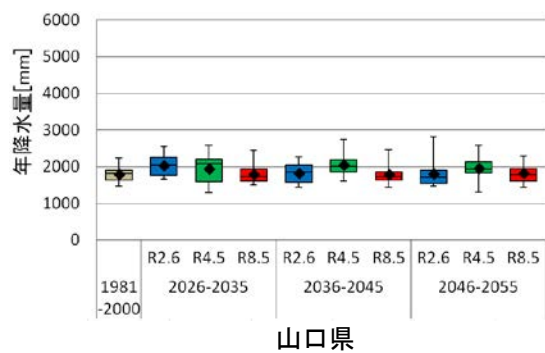
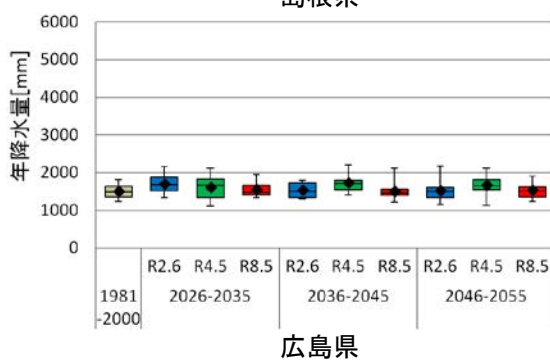
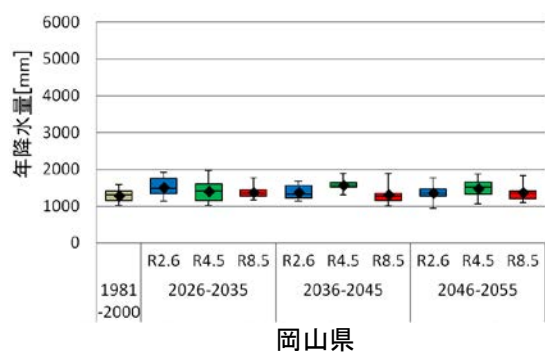
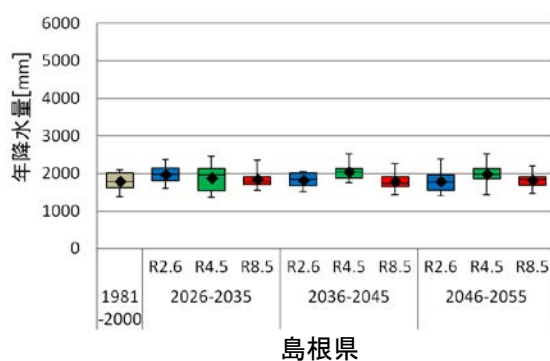
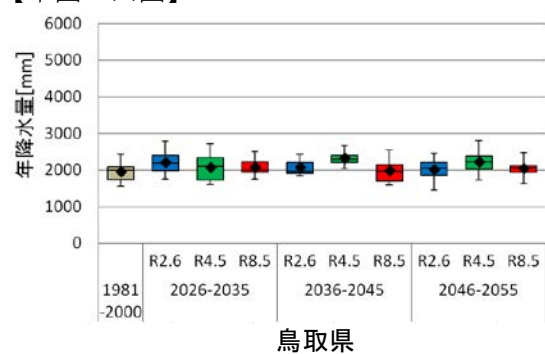
図 3.8-6 年降水量 (中国・四国地域)

図 3.8-7 に中国・四国における年降水量の推移を示します。

【全国】



【中国・四国】



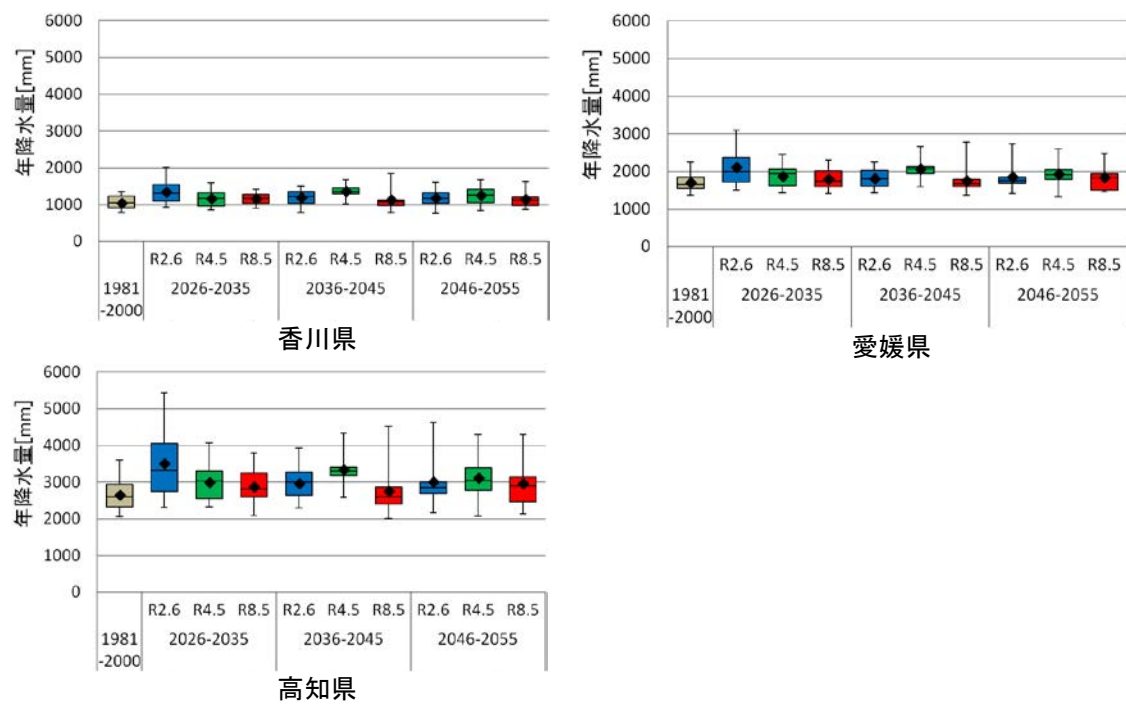


図 3.8-7 年降水量の推移

3.8.4 影響予測

3.8.4.1 農業

(1) 水稻

(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、気候変動による水稻への影響として、白未熟粒の発生、粒の充実不足や胴割粒の発生³⁹⁵、成熟の前進化といった影響が報告されています（図 3.8-8）。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 3.8-2 に示す水稻への影響が経年的に報告されています。

表 3.8-2 水稻への影響一覧

	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	—	—	—	—

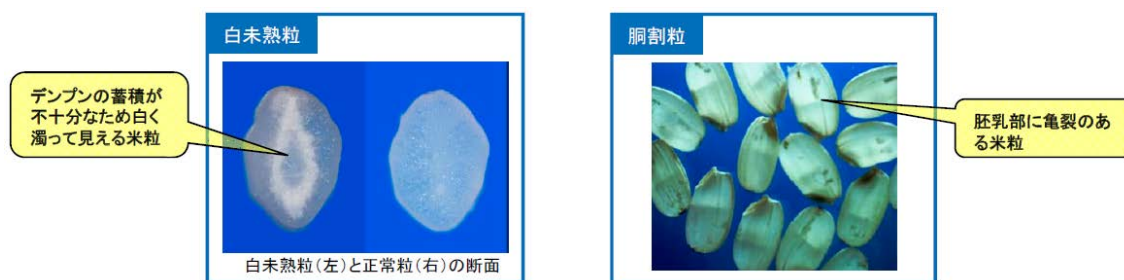


図 3.8-8 白未熟粒と胴割粒

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」³⁹⁶の変化、「病虫害」の変化、「食味」の変化に関する情報提供が求められています。現状の研究状

³⁹⁵ 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）。

³⁹⁶ 形質、白未熟粒等。

況に鑑みると、中国・四国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稻の「収量」や「品質」³⁹⁷、そして「病虫害」に留まります。ここでは、「収量」「品質」「病虫害」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、石郷岡ら（2014）³⁹⁸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。

【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 3.8-9 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。

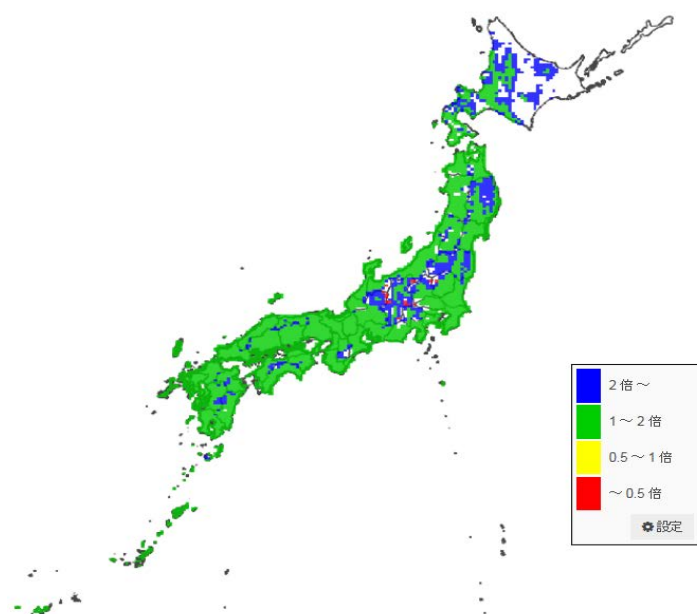


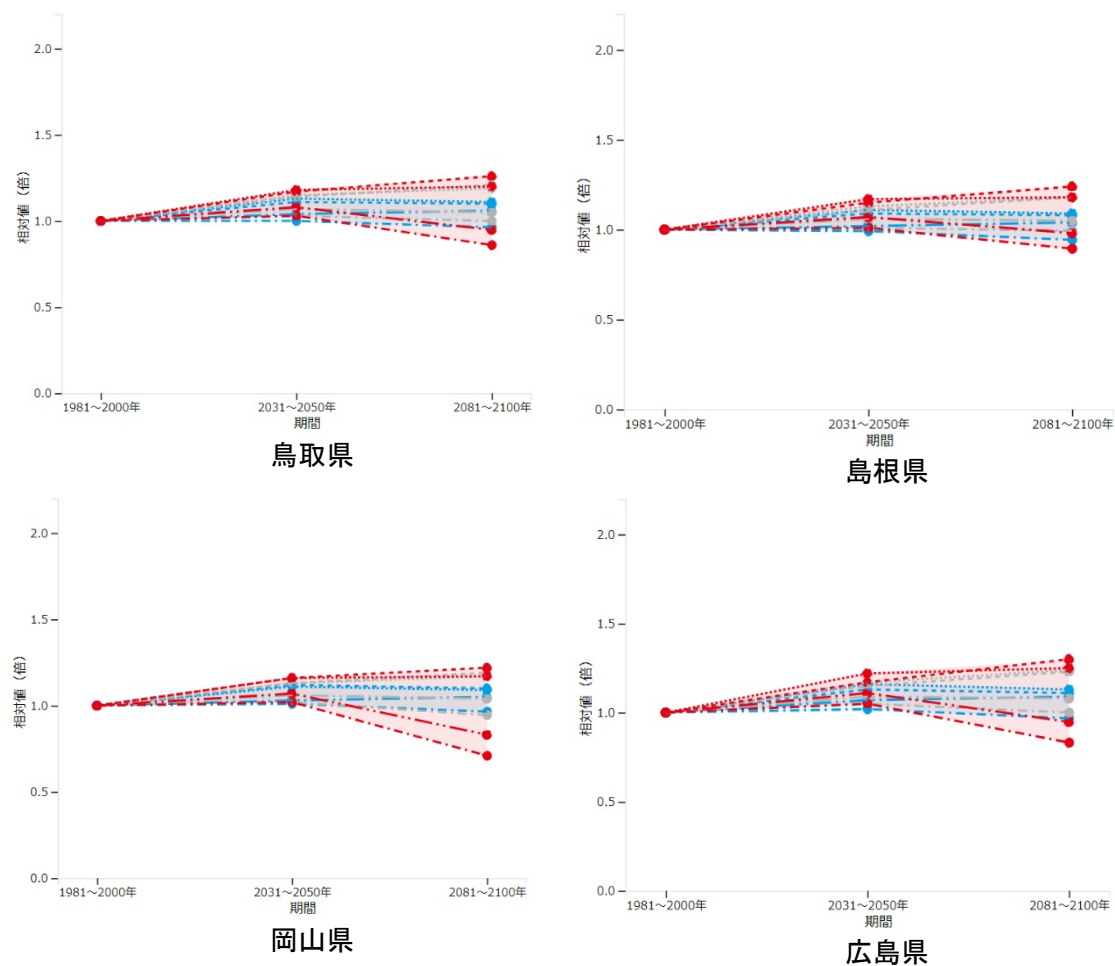
図 3.8-9 現行の移植日と栽培管理を想定した場合の水稻の収量の変化
（気候モデルが MIROC5,RCP2.6 の場合）

³⁹⁷ 「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。

³⁹⁸ 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.

【中国・四国】

石郷岡ら（2014）による影響評価結果について、図 3.8-10 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。



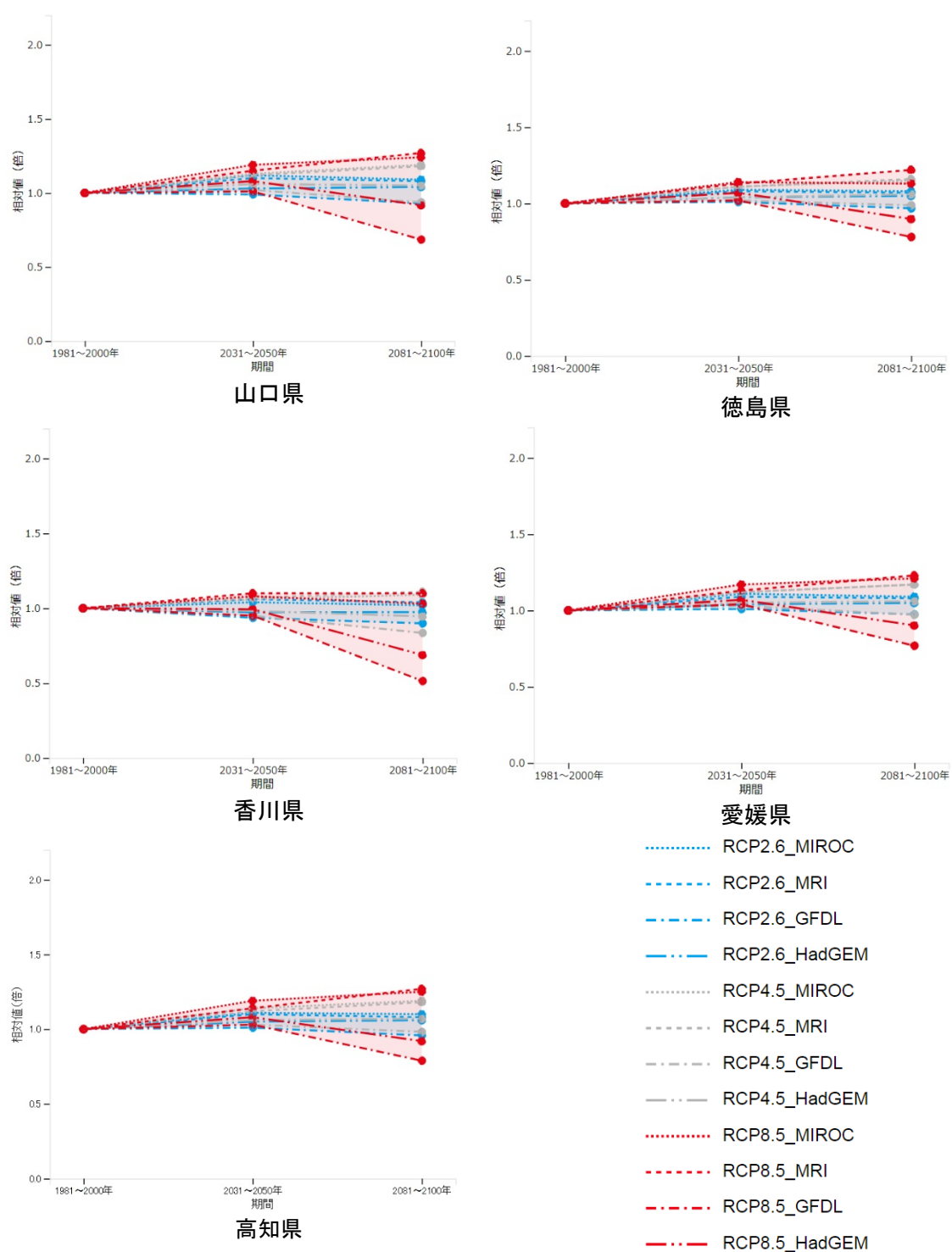


図 3.8-10 現行の移植日と栽培管理を想定した場合の水稲の収量の変化
(現在の収量 = 1, 4つの気候モデルの結果)

■ 品質

水稻の「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）³⁹⁹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（HDD⁴⁰⁰）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 3.8-11 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。

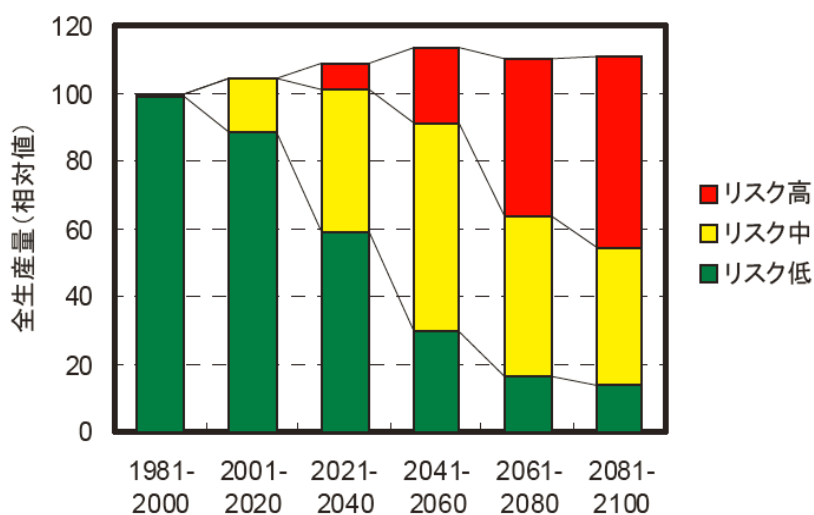


図 3.8-11 全生産量の 20 年毎の推移（MIROC3.2-hires A1b ; 適応なし）⁴⁰¹

図 3.8-12 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。

³⁹⁹ 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.

⁴⁰⁰ HDD：出穂後 20 日間の日平均気温 26℃以上の積算値。

⁴⁰¹ 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）。

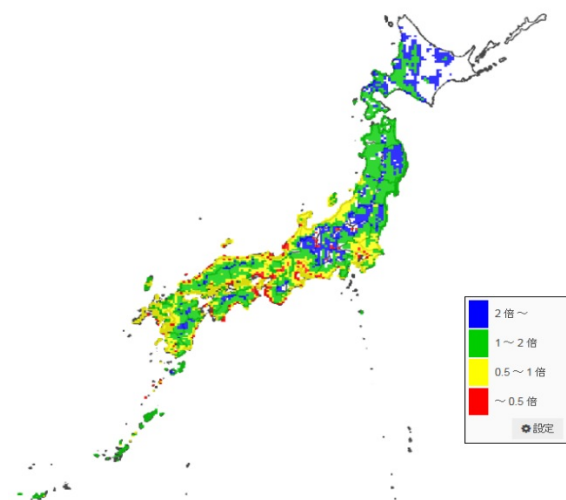
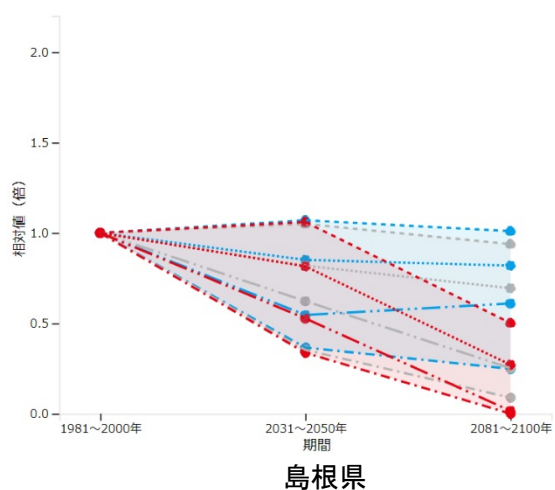
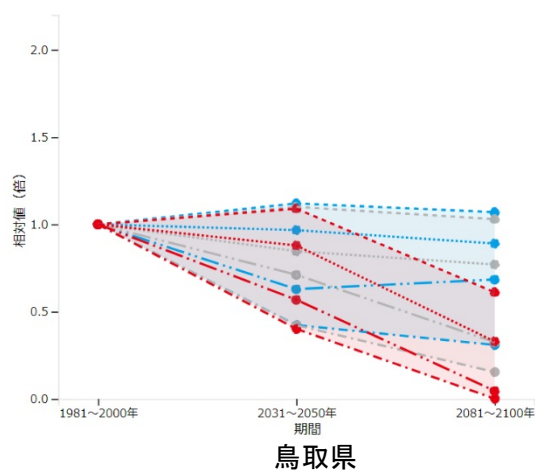
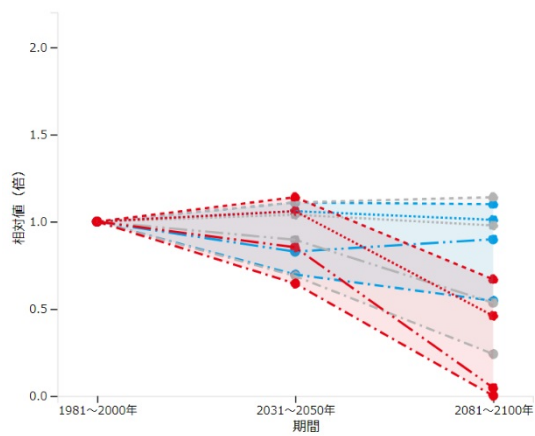


図 3.8-12 現行の移植日と栽培管理を想定した場合の品質低下リスクが低い区分の収量の変化
(気候モデルが MIROC5,RCP2.6 の場合)

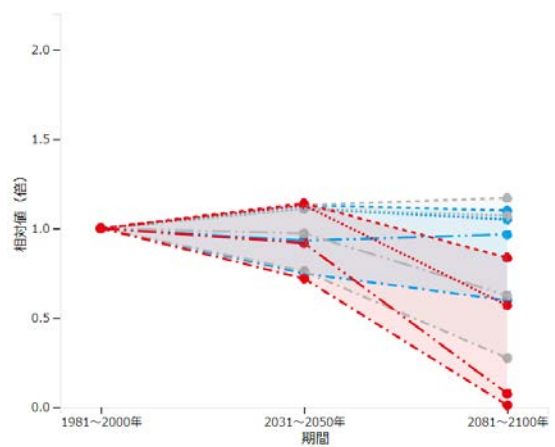
【中国・四国】

石郷岡ら（2014）による影響評価結果について、図 3.8-13 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）における、品質低下リスクの低い区分の収量について、いずれの県においても大幅に減少を予測しているケースが見られます。

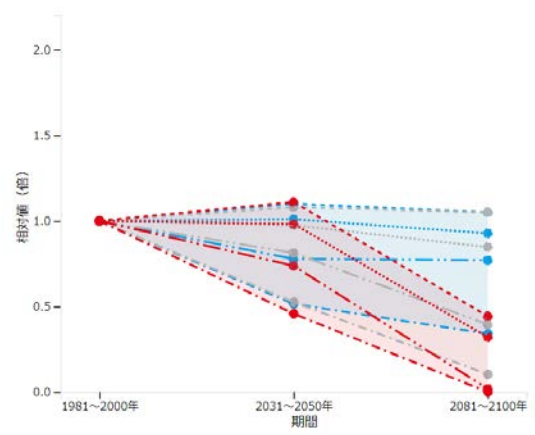




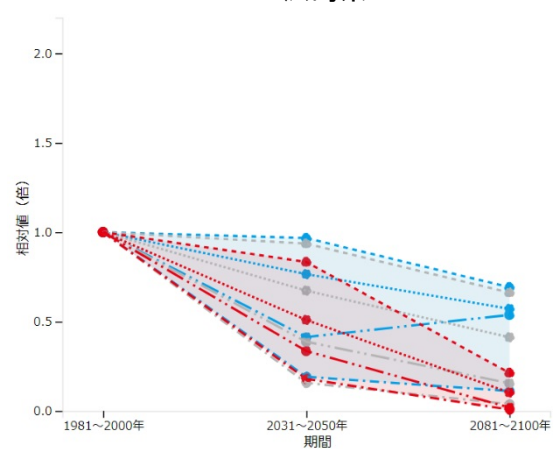
岡山県



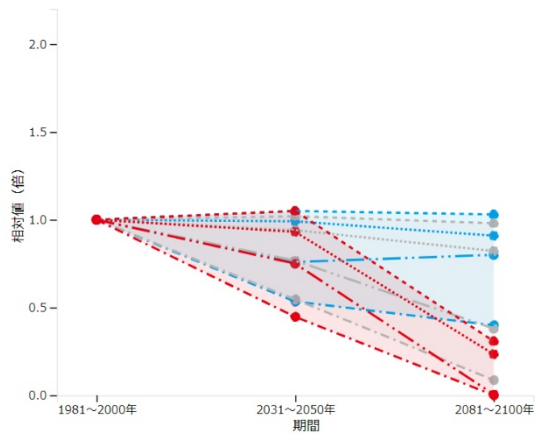
広島県



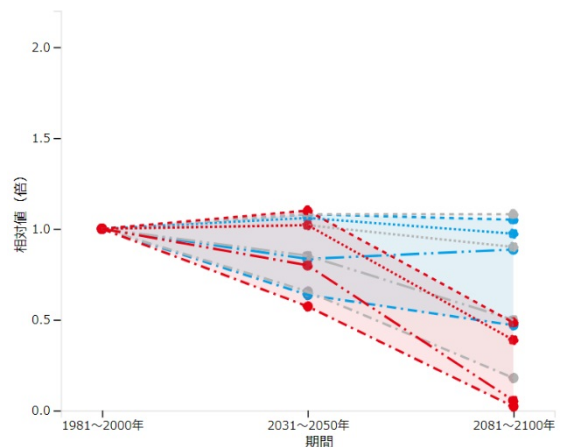
山口県



徳島県



香川県



愛媛県

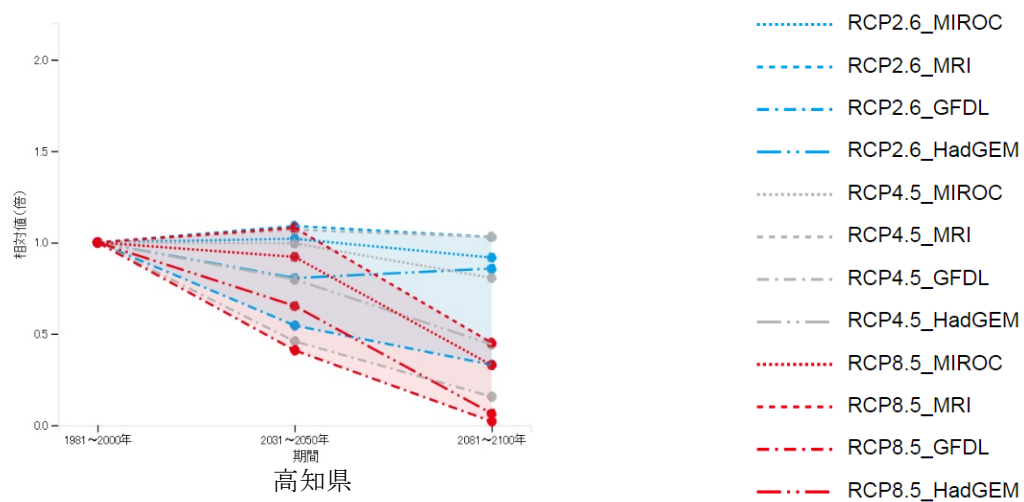


図 3.8-13 高温による品質低下リスクが低い区分の水稻の収量の変化
(現在の収量=1, 4つの気候モデルの結果)

■ 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ています。「世代数」の計算式は定式化されているため (Yamamura et al. (1998)⁴⁰²)、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有れば、影響は生じないことが予想されます。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。

⁴⁰² 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 3.8-14）。

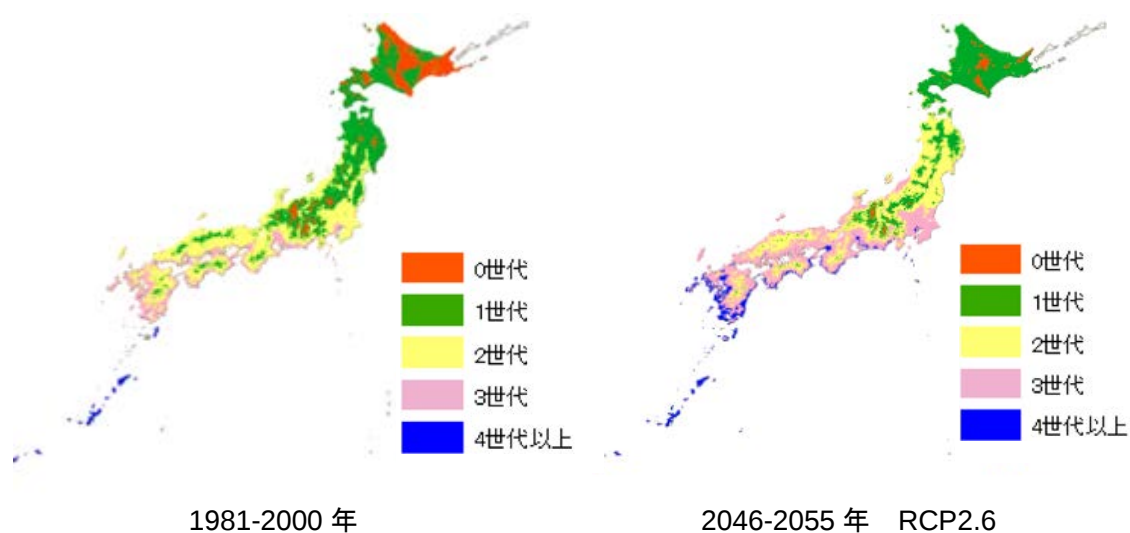


図 3.8-14 ニカメイガの世代数

■ ヒメトビウンカ

世代数が増加することが分かります（図 3.8-15）。

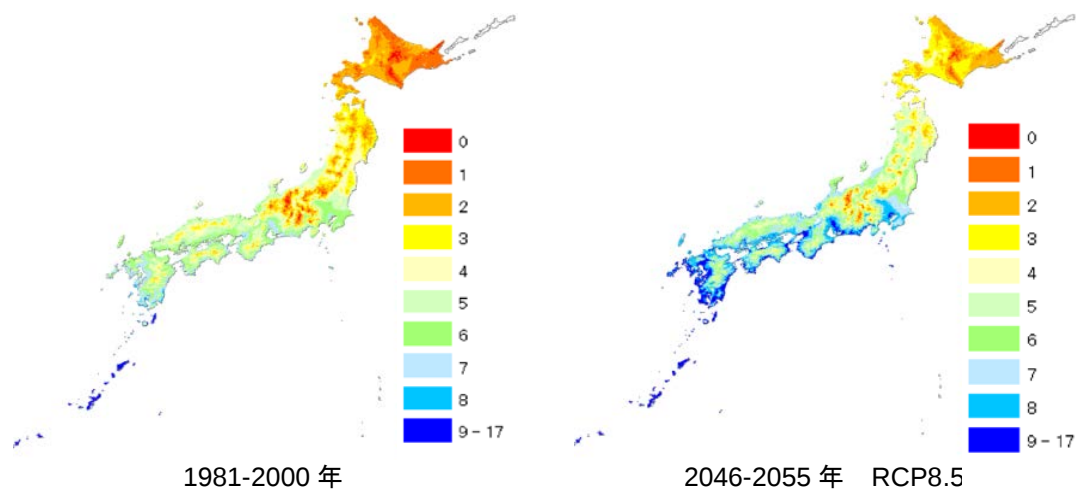


図 3.8-15 ヒメトビウンカの世代数

【中国・四国】

■ ニカメイガ

世代数が増加することが分かります（図 3.8-16）。

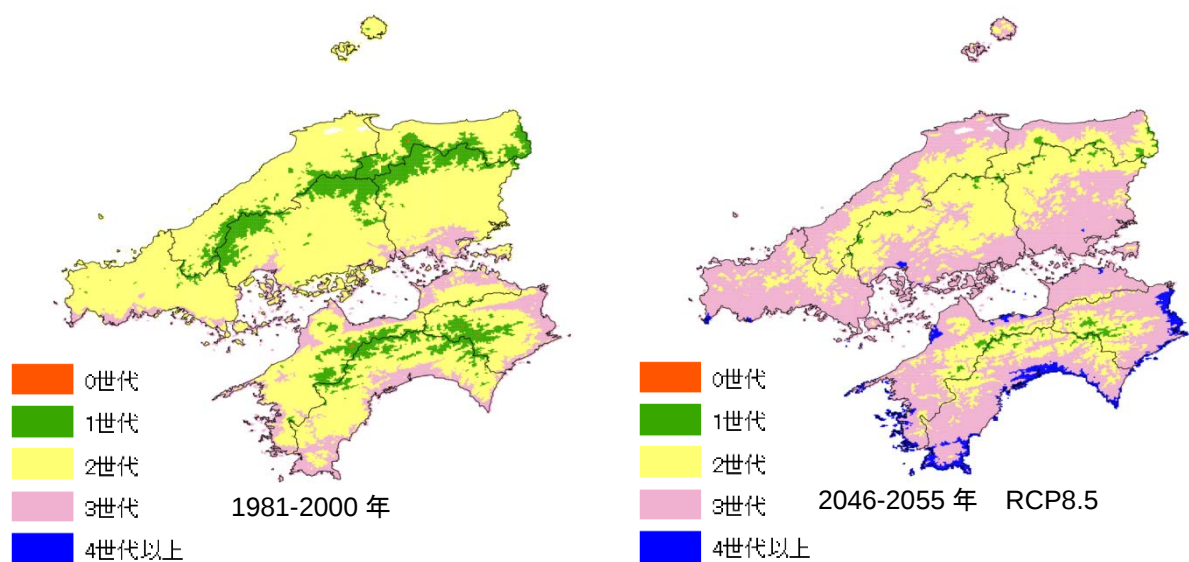


図 3.8-16 ニカメイガの世代数（中国・四国地域）

■ ヒメトビウンカ

世代数が増加することが分かります（図 3.8-17）。

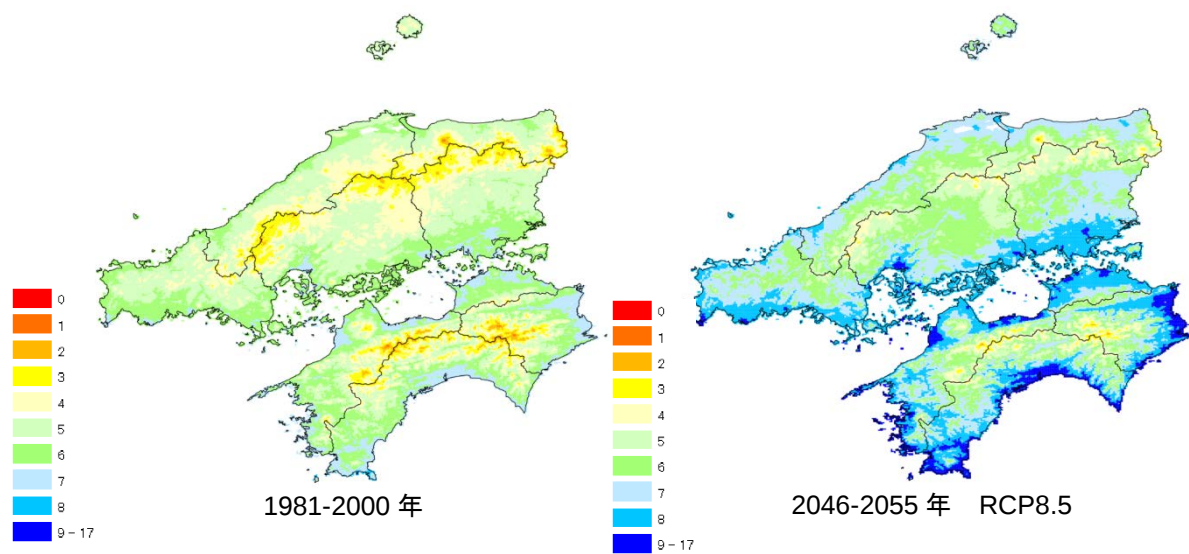


図 3.8-17 ヒメトビウンカの世代数（中国・四国地域）

(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 ブドウ

(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、気候変動によるブドウへの影響として、着色不良といった影響が報告されています（図 3.8-18）。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 3.8-3 に示すブドウへの影響が経年的に報告されています。

表 3.8-3 ブドウへの影響一覧

	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	25	1	8	16	15	12	6	13
発芽不良	2	0	0	2	3	2	1	1
日焼け果	1	0	1	0	5	4	4	2
凍霜害	1	0	1	0	—	—	—	—
裂果	1	0	1	0	—	1	2	1
果実障害	1	0	1	0	—	—	—	—



図 3.8-18 ブドウ（ピオーネ）の着色不良

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、「収量」や「品質」への影響、そして「着色適地」の変化といった影響に対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、中国・四国地域を含んで影響評価が実施されているのは「着色不良」のみに留まります。

■ 着色不良

ブドウの「着色不良」については、Sugiura et al. (2018)⁴⁰³及び Sugiura et al. (2019)⁴⁰⁴にて研究事例があります。ここでは、当該論文に記載されている内容に基づき、着色不良が多発する地域⁴⁰⁵（図 3.8-19、図 3.8-20）と着色指数（0：緑～12：黒）（図 3.8-21、図 3.8-22）の将来影響評価を実施しました。

【全国】

現在は近畿地域の都市部と沖縄県の一部を除き、ほとんどの地域で着色良好となっています。将来になるにつれて、近畿以西の沿岸域や関東の都心部、一部の日本海側の沿岸域において着色不良が多発することが予測されました（図 3.8-19）。

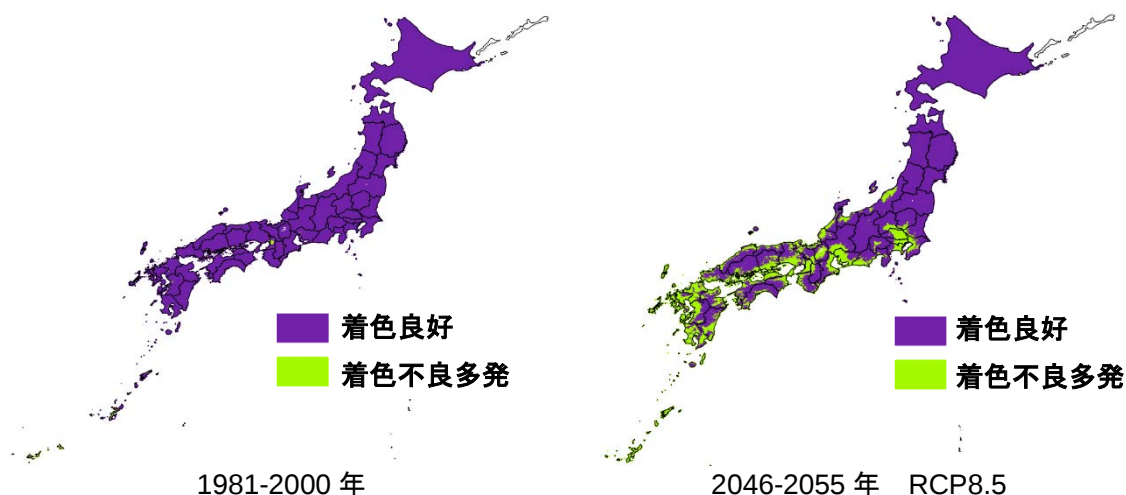


図 3.8-19 ブドウの着色不良が多発する地域

⁴⁰³ Toshihiko Sugiura, Mikio Shiraishi, Shohei Konno and Akihiko Sato(2018) : Prediction of Skin Coloration of Grape Berries from Air Temperature, The Horticulture Journal, Volume 87, Issue 2 Pages 18-25

⁴⁰⁴ Toshihiko Sugiura, Mikio Shiraishi, Shohei Konno and Akihiko Sato(2019) : Assessment of deterioration in skin color of table grape berries due to climate change and effects of two adaptation measures, Journal of Agricultural Meteorology75 (2) (早期公開 DOI: 10.2480/agrmet.D-18-00032)

⁴⁰⁵ 各年・各排出シナリオ毎に「着色不良」を予測しました。着色不良と予測された割合が70%以上のメッシュを「着色不良多発」地域としました。

【中国・四国】

2050 年になると沿岸域から内陸部にかけて着色不良が多発することが予測されました（図 3.8-20）。

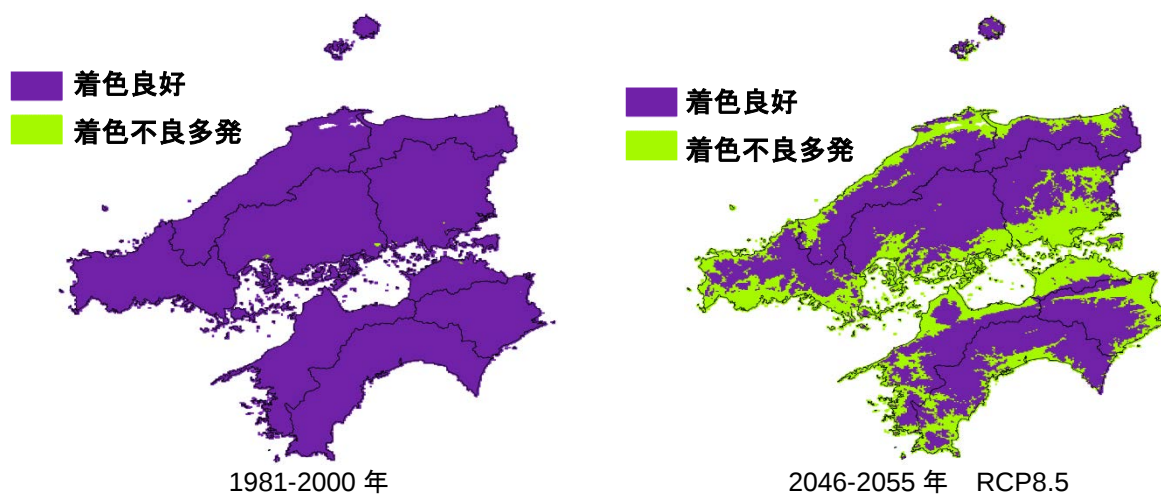
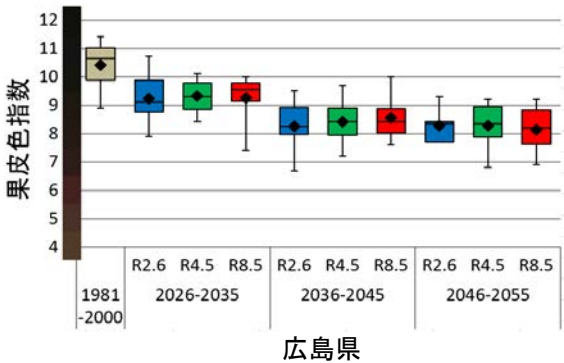
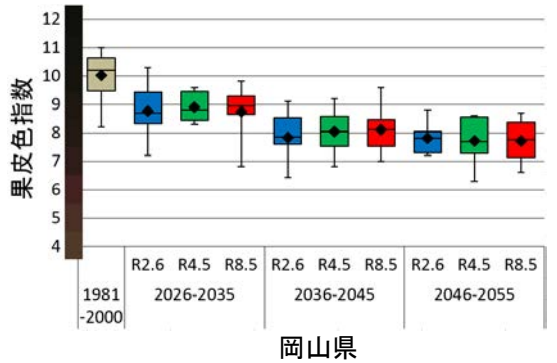
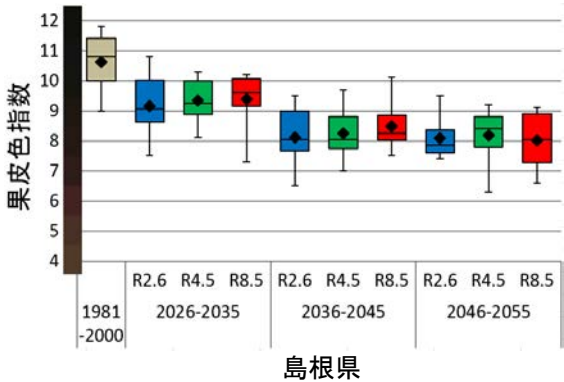
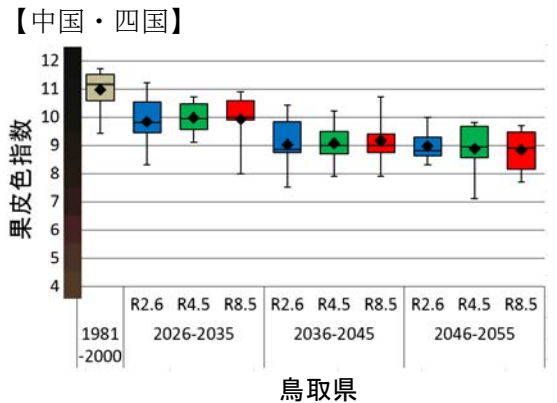
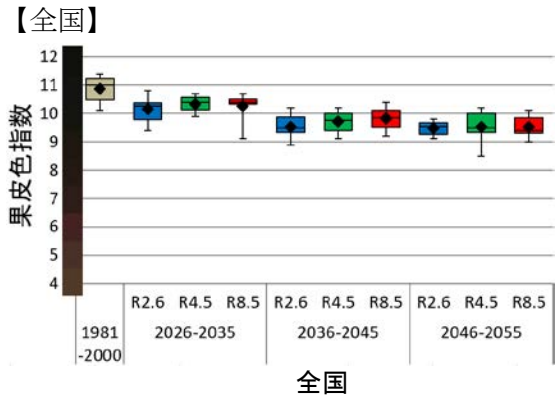


図 3.8-20 ブドウの着色不良が多発する地域（中国・四国地域）

果皮色指数（0：緑～12：黒）の将来推移を示します。すべての地域で果皮色指数が将来低下することが予測されました（図 3.8-21）。箱ひげの見方については図 3.8-3 を参照下さい。なお、箱ひげ図の縦軸には、果皮色指数に対応する果皮色のカラーバーを参考に示しました。



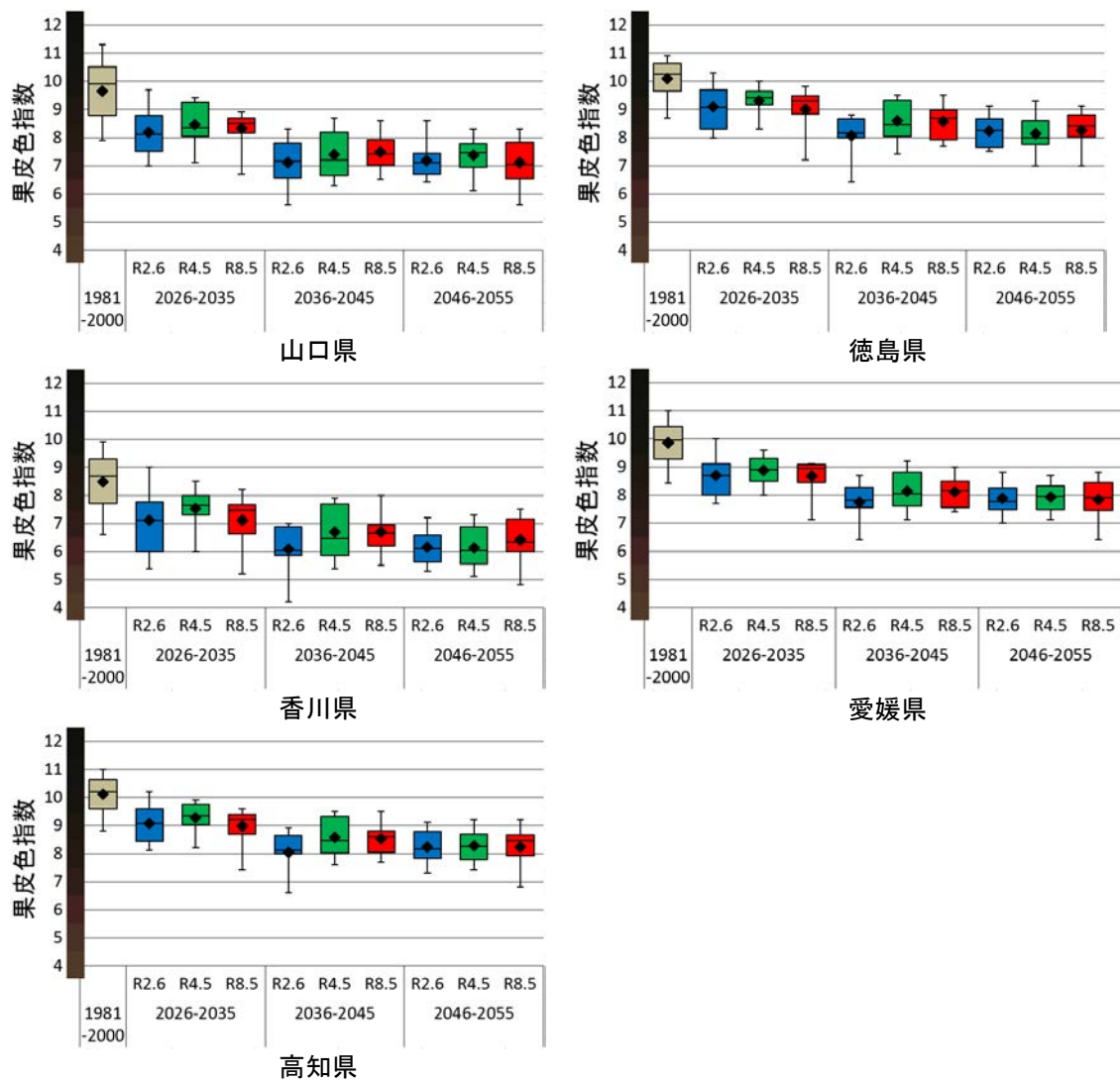
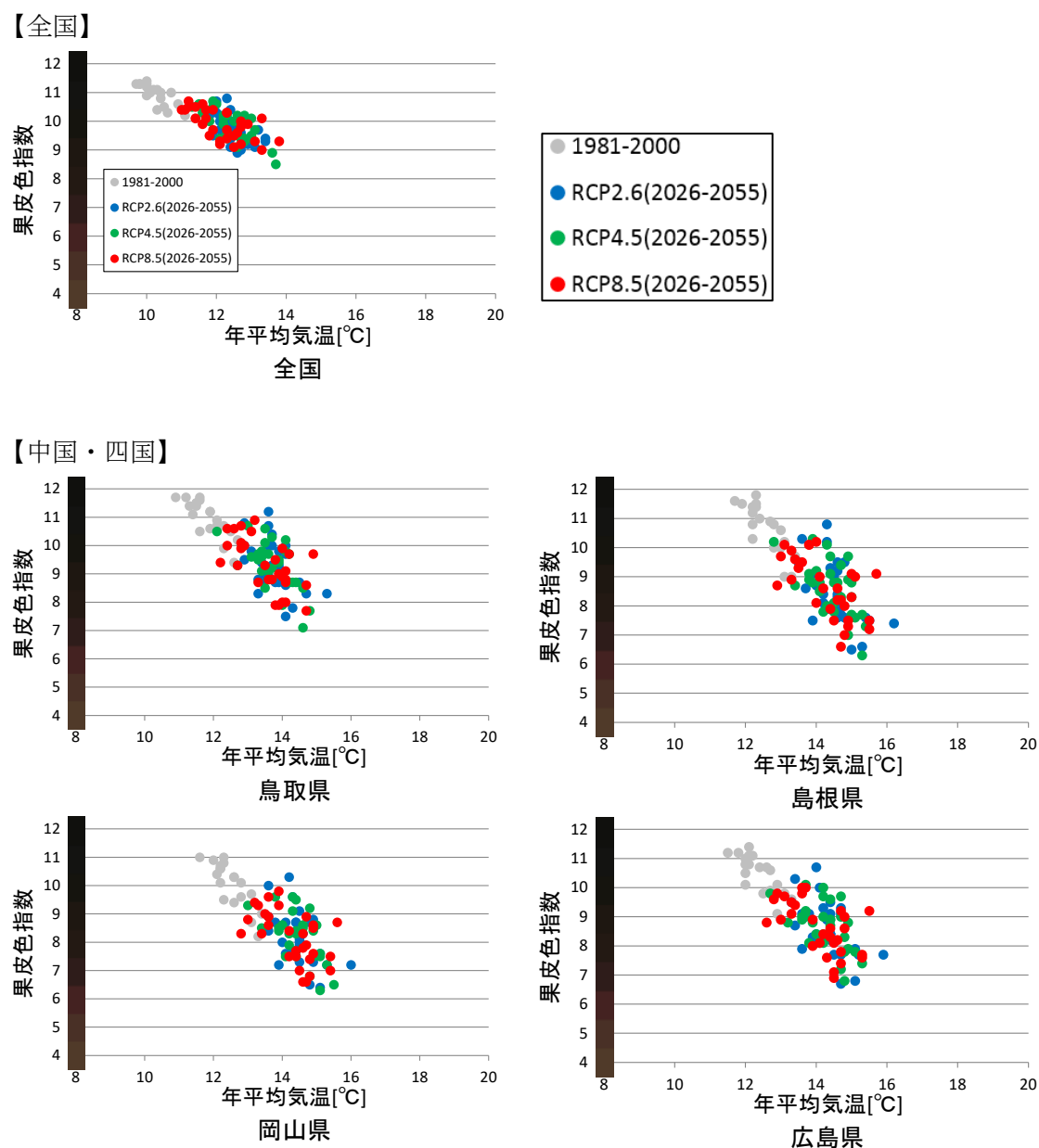


図 3.8-21 果皮色指数の推移

図 3.8-22 は全ての期間および RCP の結果を対象に、横軸に気温、縦軸に果皮色指数（0：緑～12：黒）とした際の相関を示します。なお、図の縦軸には、果皮色指数に対応する果皮色のカラーバーを参考に示しました。



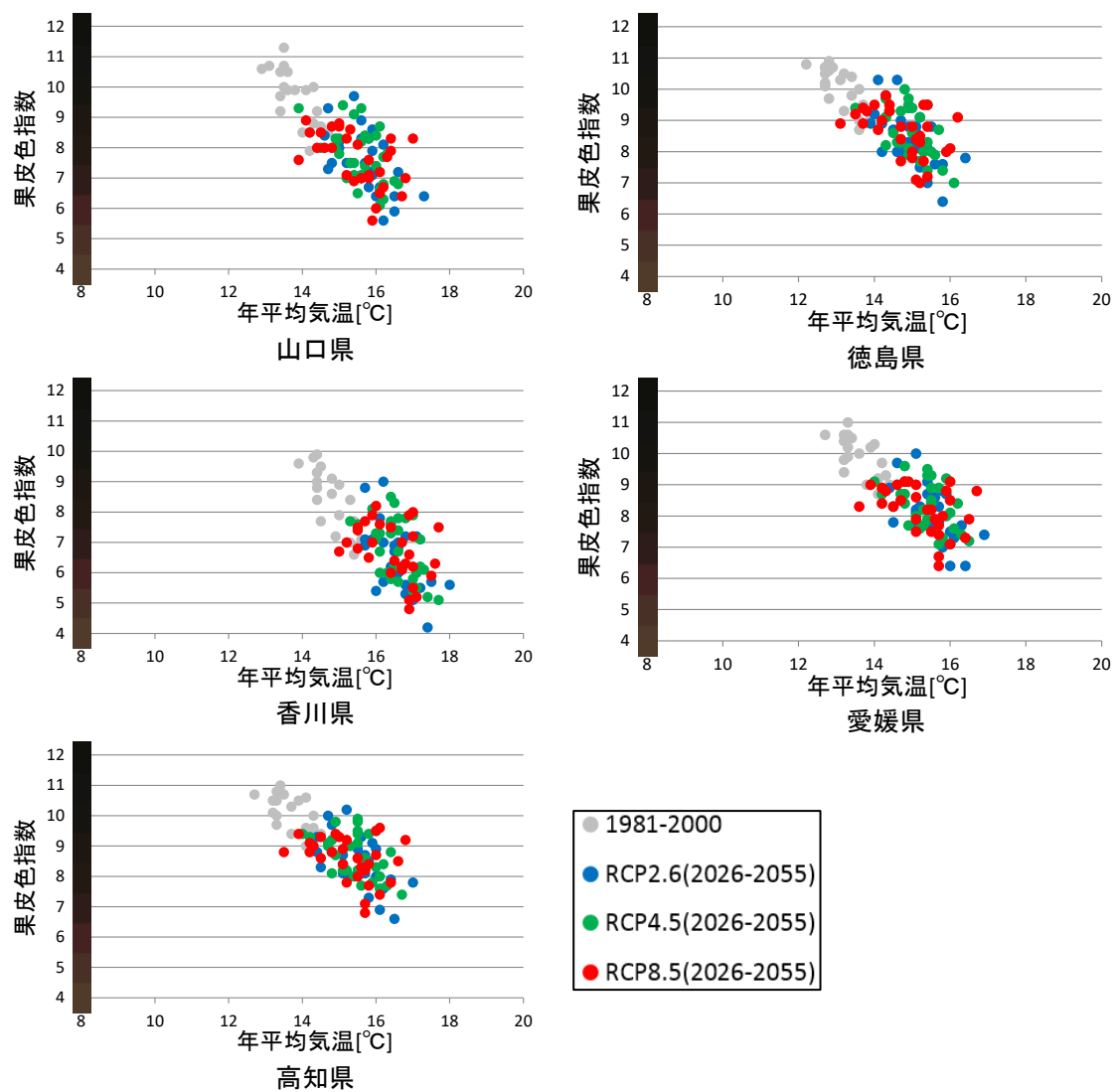


図 3.8-22 果皮色指数と年平均気温の関係

(ウ) 適応策

ブドウへの影響に対する適応策については § 5.2.2.3 を参照下さい。

② 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 3.8-4 に示すリンゴへの影響が経年的に報告されています（図 3.8-23、図 3.8-24）。

表 3.8-4 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 3.8-23 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 3.8-24 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」の変化といった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 406

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

406 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。

6℃～14℃としています。杉浦ら（2004）⁴⁰⁷はこの温度域にもとづき、リンゴ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 3.8-25）。

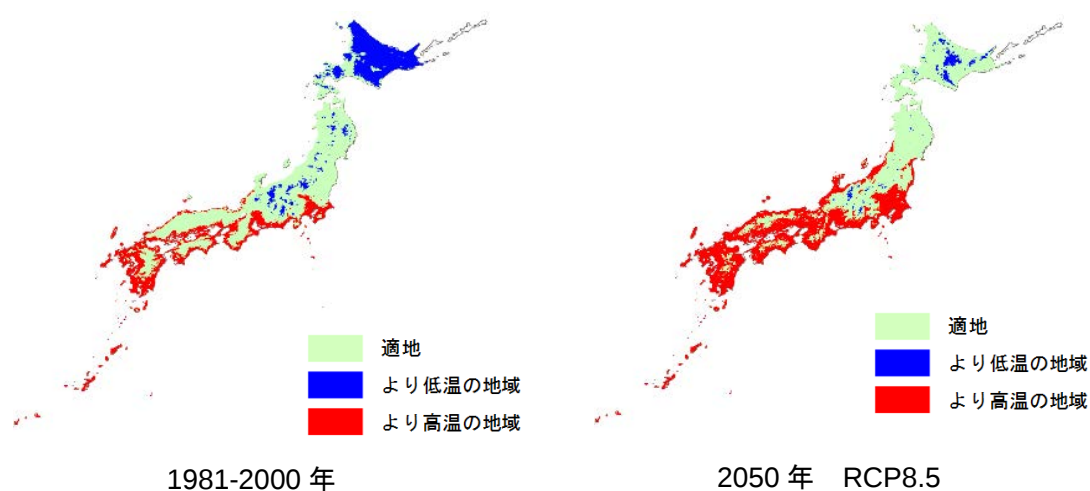


図 3.8-25 リンゴの栽培適地

【中国・四国】

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 3.8-26）。

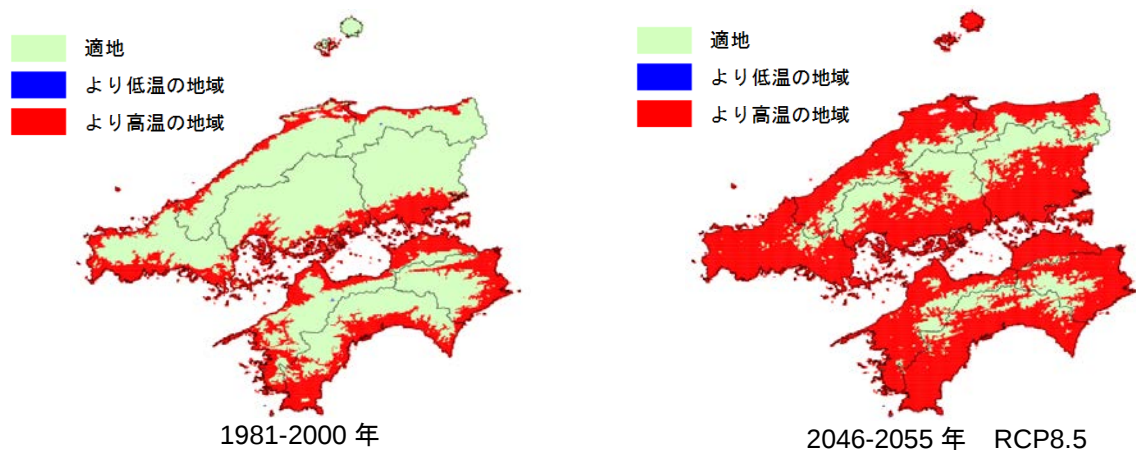
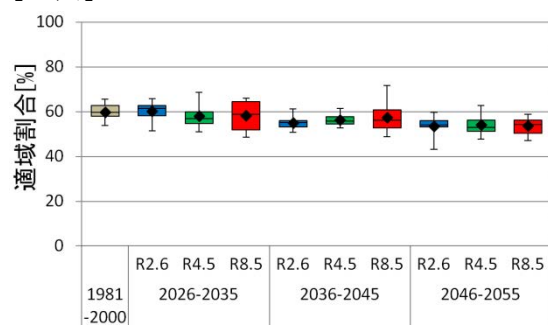


図 3.8-26 リンゴの栽培適地（中国・四国地域）

⁴⁰⁷ 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

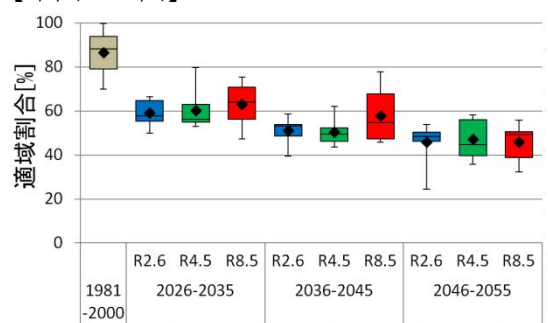
栽培適域割合（栽培適域面積／都道府県面積）の推移を示します。いずれの県においても栽培適域が将来減少することが予測されました（図 3.8-27）。箱ひげの見方については図 3.8-3 を参照下さい。

【全国】

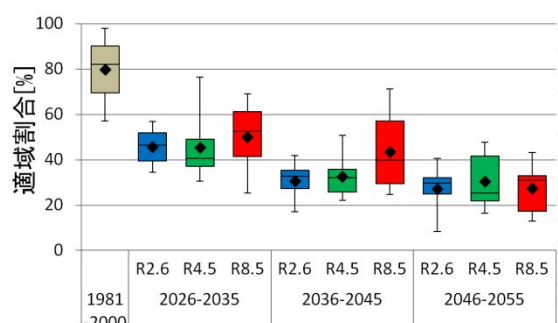


全国

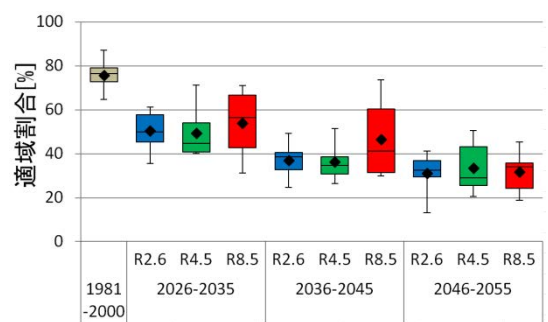
【中国・四国】



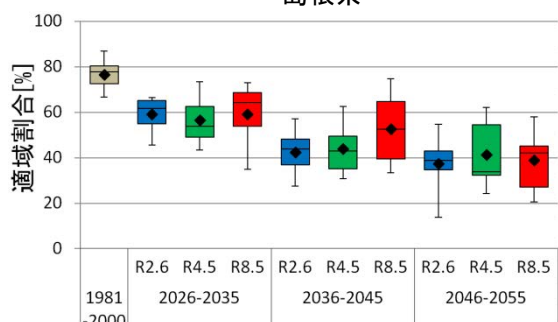
鳥取県



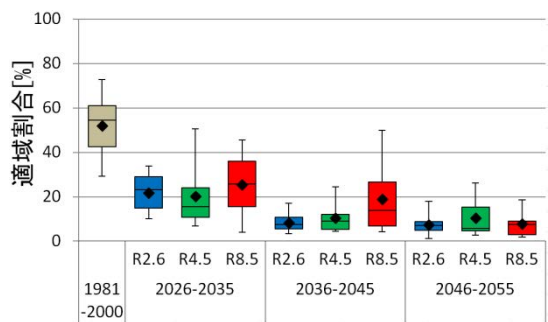
島根県



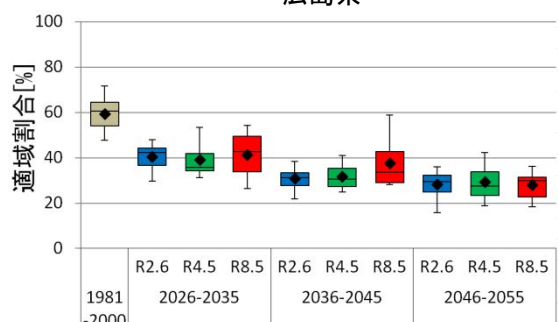
岡山県



広島県



山口県



徳島県

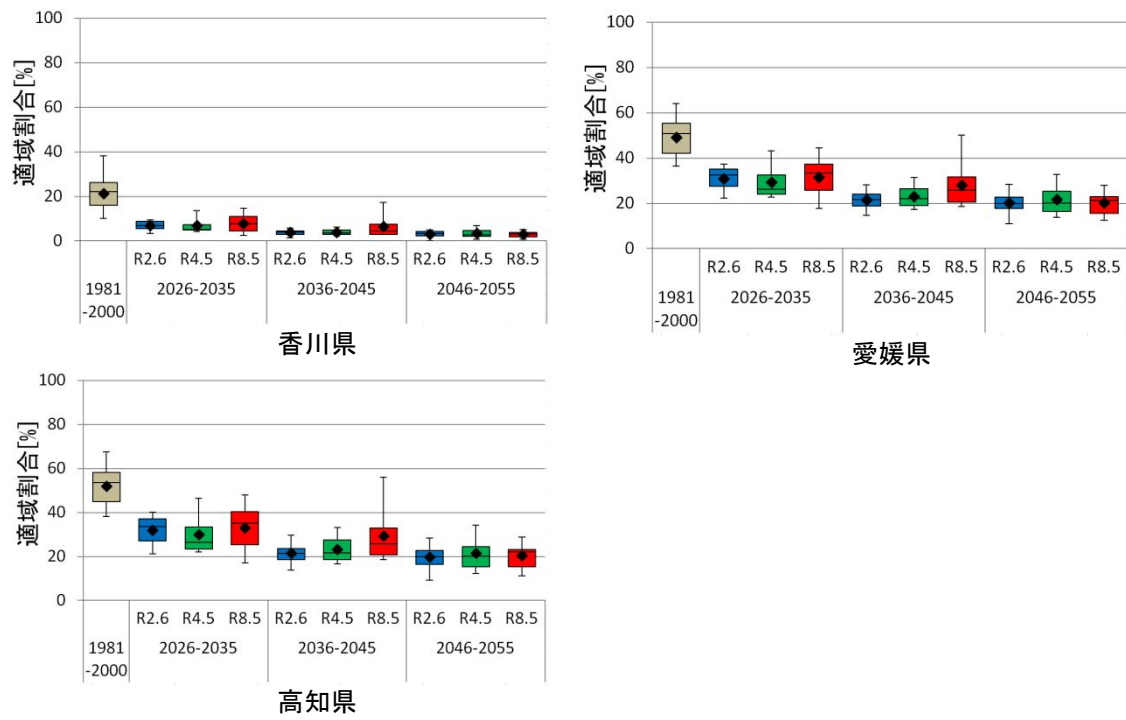
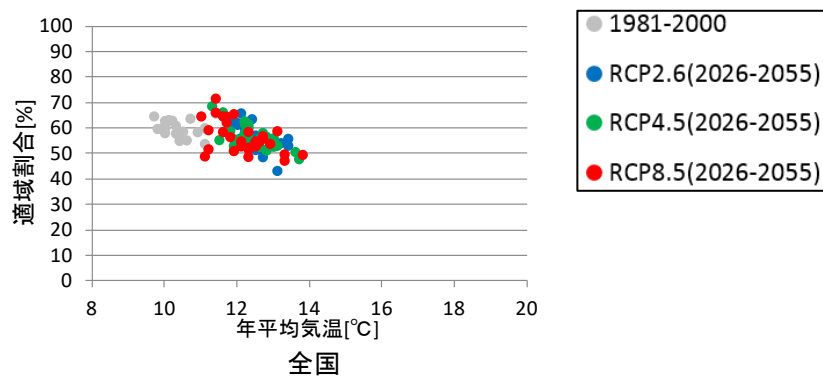


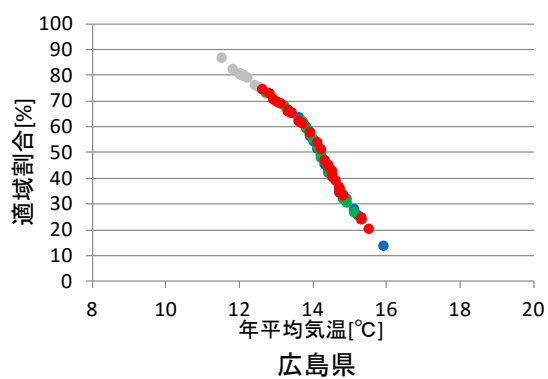
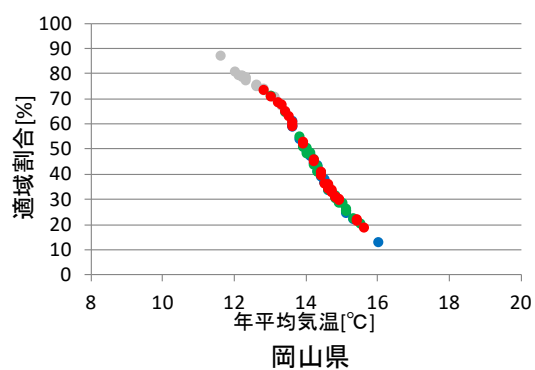
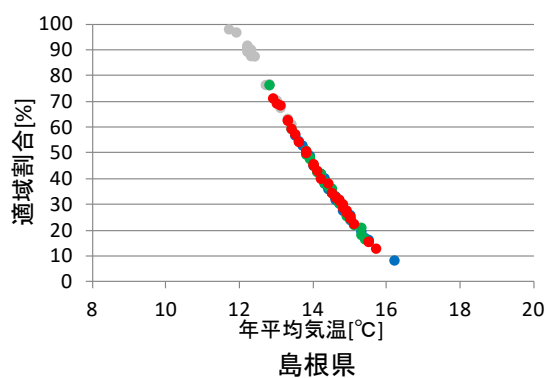
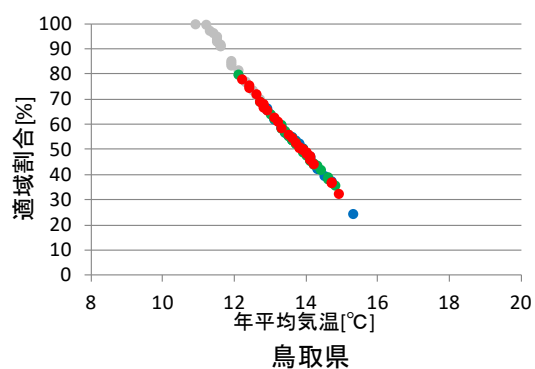
図 3.8-27 栽培適域割合（栽培適域面積／都道府県面積）の推移

図 3.8-28 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】



【中国・四国】



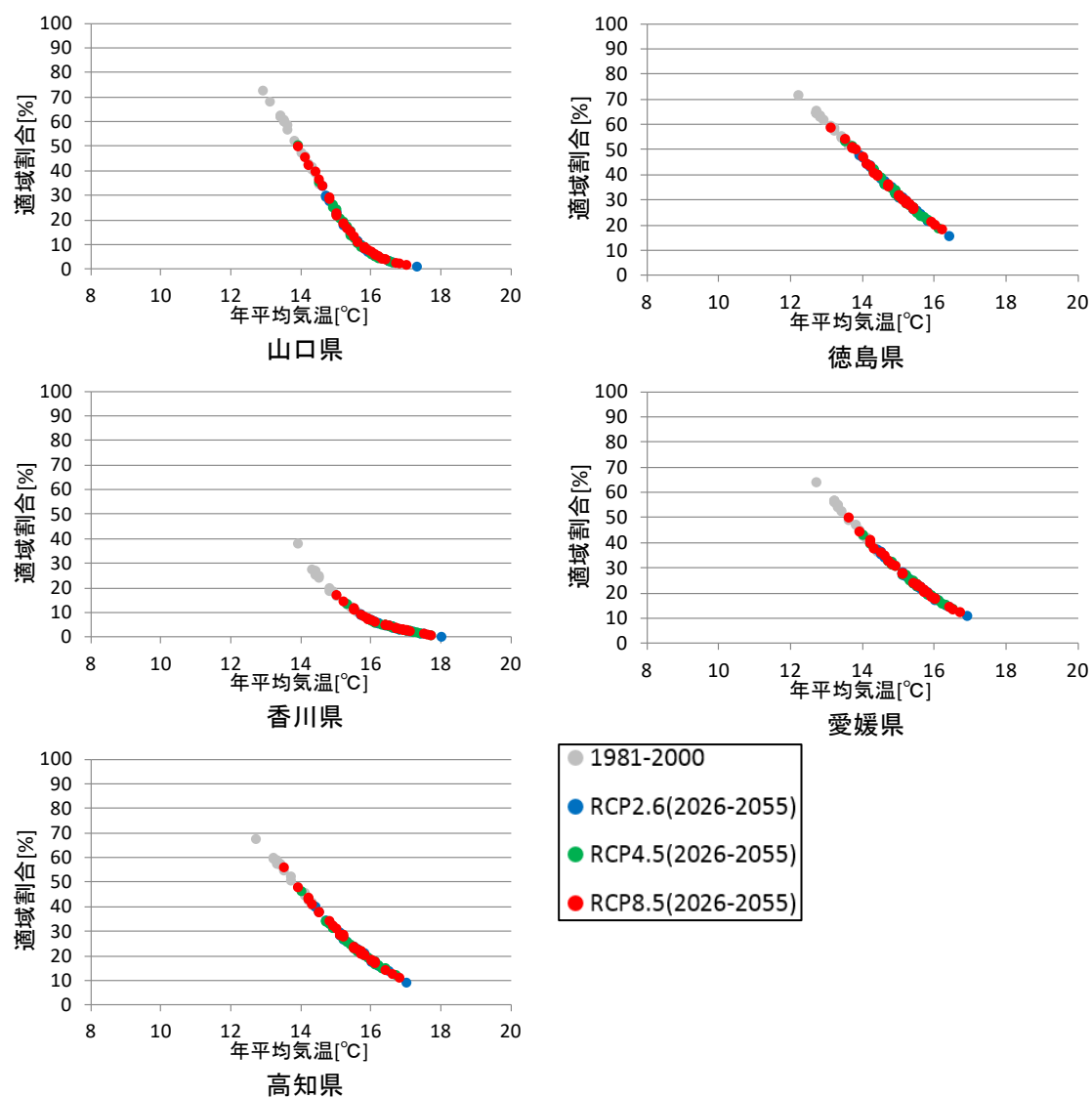


図 3.8-28 栽培適域割合（栽培適域面積／都道府県面積）と年平均気温の関係

(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。

③ カンキツ（ウンシュウミカン）

（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、気候変動によるウンシュウミカンへの影響として、浮皮の発生といった影響が報告されています(図 3.8-29)。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 3.8-5 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。

表 3.8-5 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	—	—	—	—

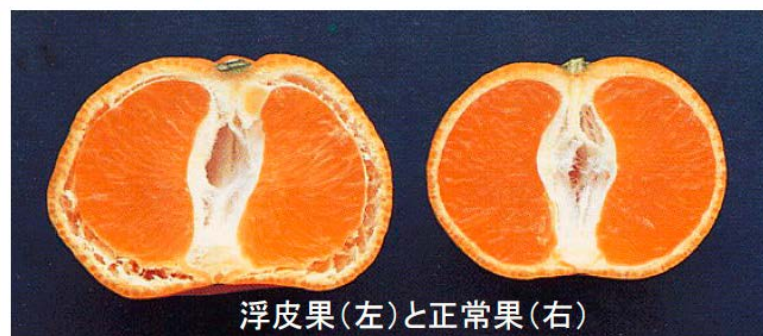


図 3.8-29 ウンシュウミカンの浮皮果

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、「日焼け果」、「浮皮」、「着色不良」といった影響に対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、中国・四国地域を含んで影響評価が実施されているのは「栽培適地」のみに留まります。また、中国・四国地域ではないものの、静岡県を対象とした「浮皮発生年」に関連する研究事例があります。

■ 栽培適地 ⁴⁰⁸

ウンシュウミカンの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）⁴⁰⁹はこの温度域にもとづき、ウンシュ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 3.8-30）。

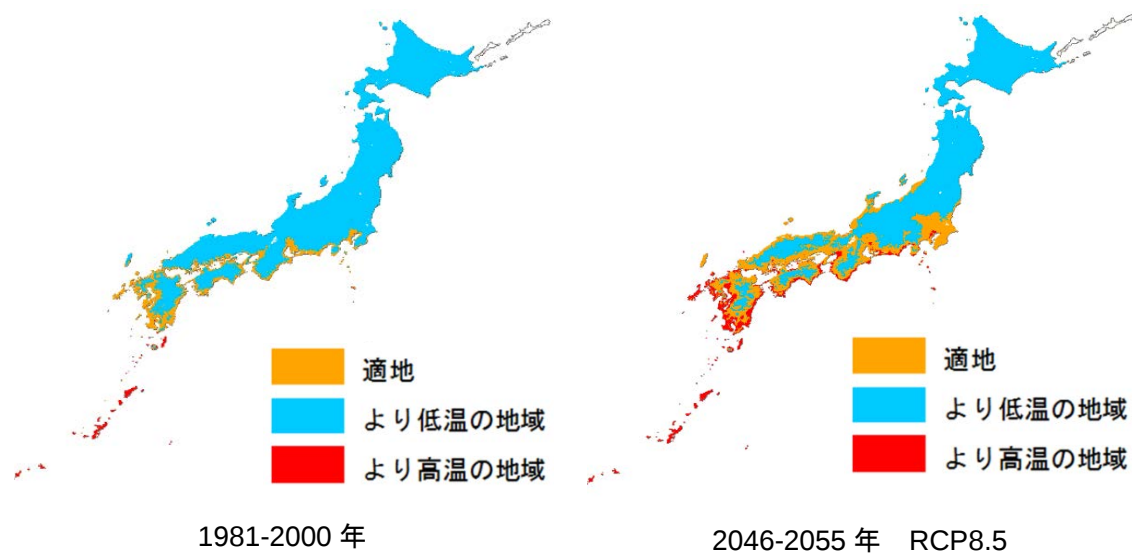


図 3.8-30 ウンシュウミカンの栽培適地

⁴⁰⁸ 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。

⁴⁰⁹ 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

【中国・四国】

2050 年になると四国地域の沿岸域においてより高温の地域が発生しています。内陸部では適地が拡大しています（図 3.8-31）。

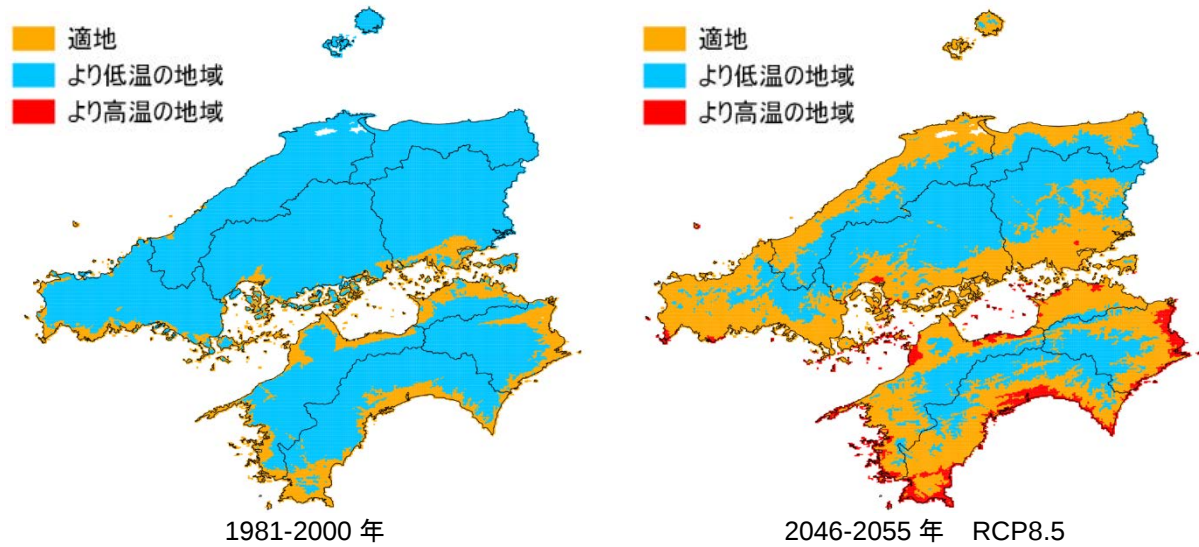
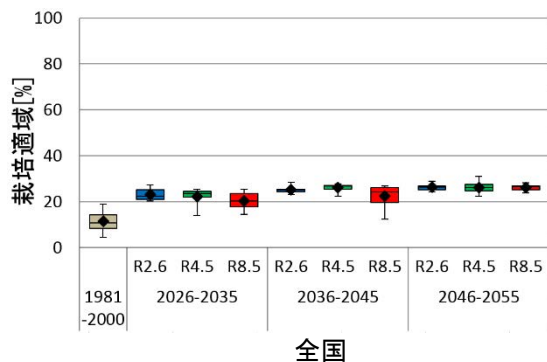


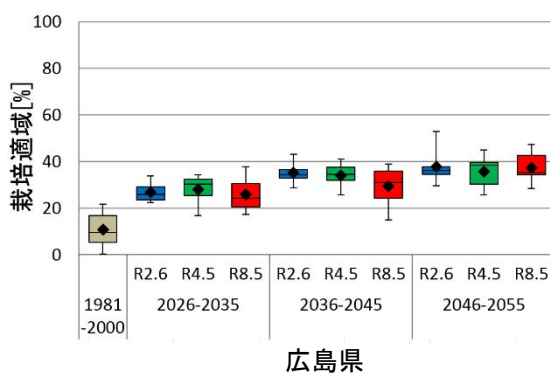
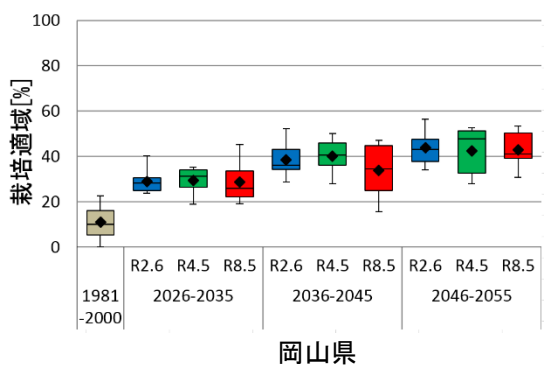
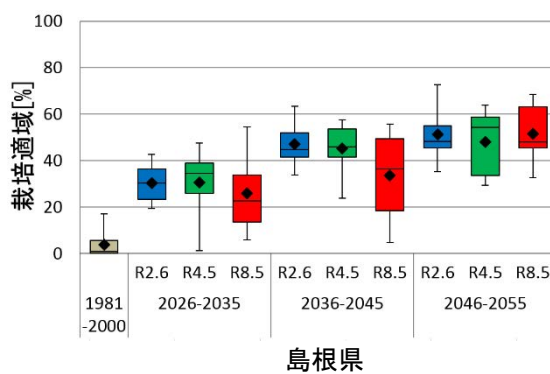
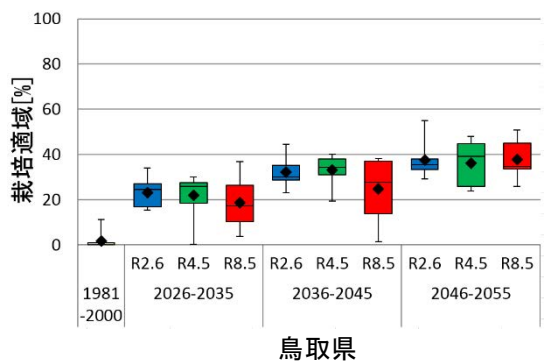
図 3.8-31 ウンシュウミカンの栽培適地（中国・四国地域）

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増加することが予測されています（図 3.8-32）。箱ひげの見方については図 3.8-3 を参照下さい。

【全国】



【中国・四国】



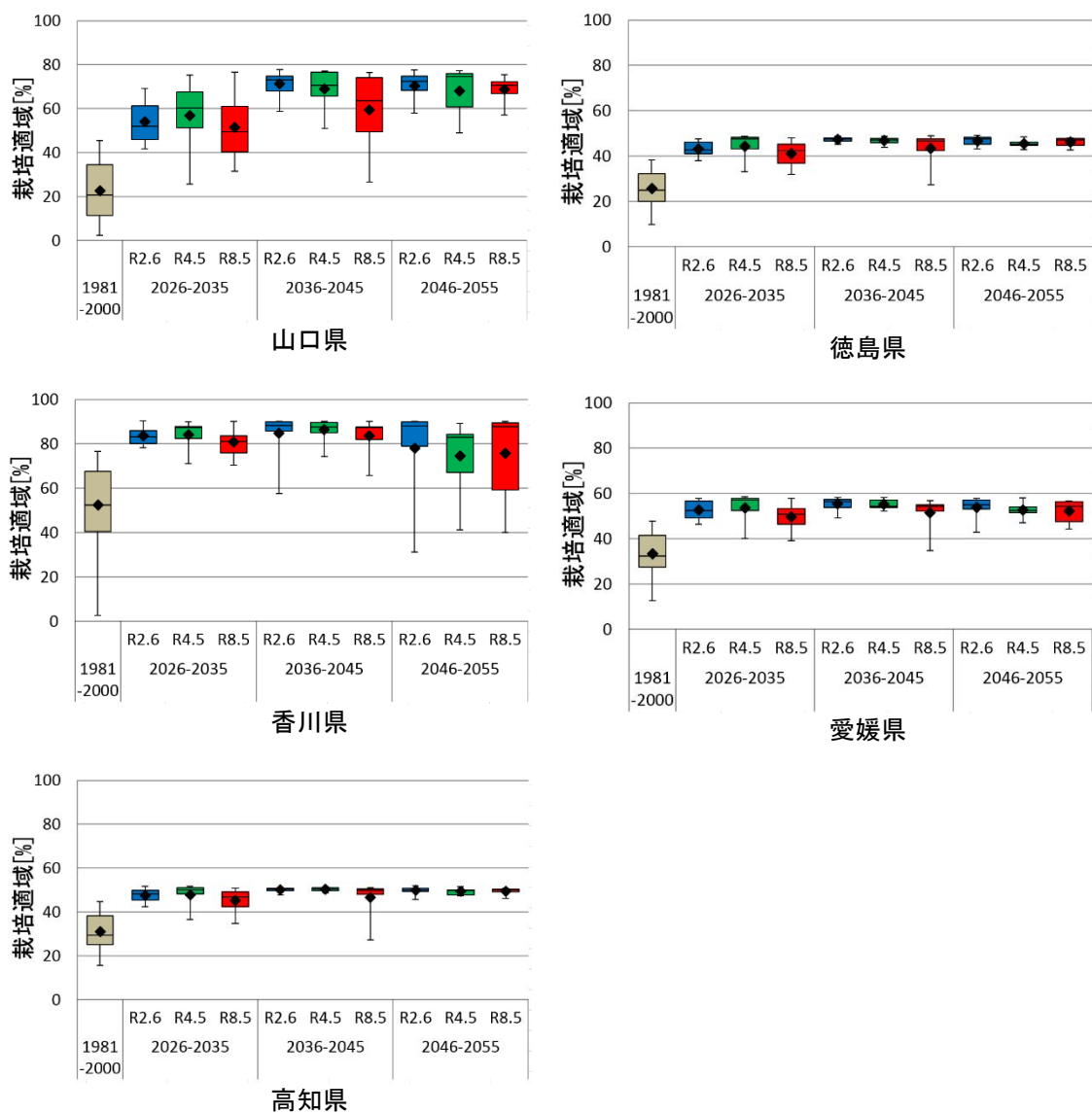
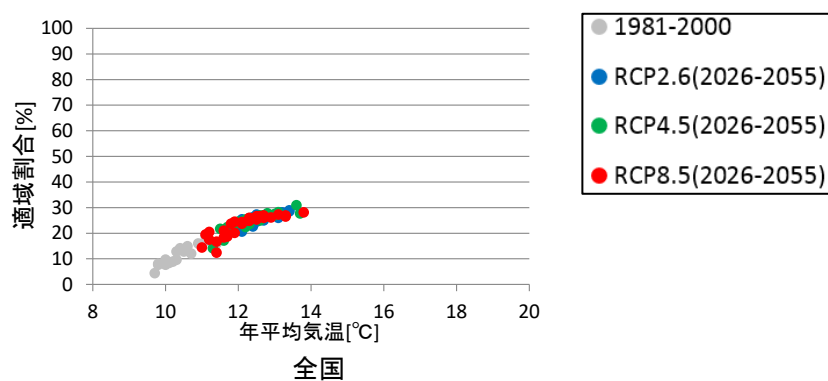


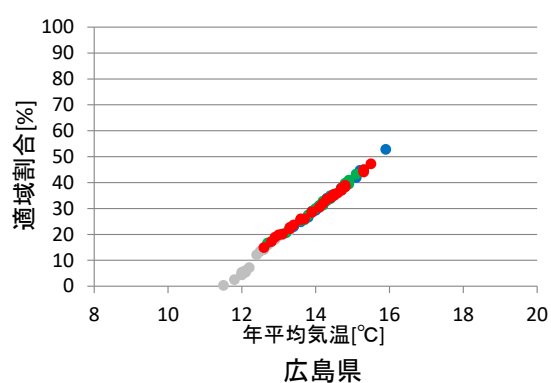
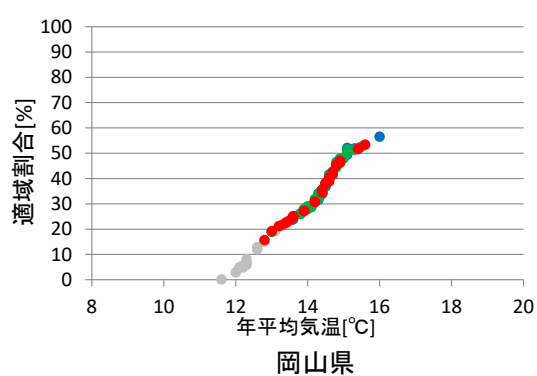
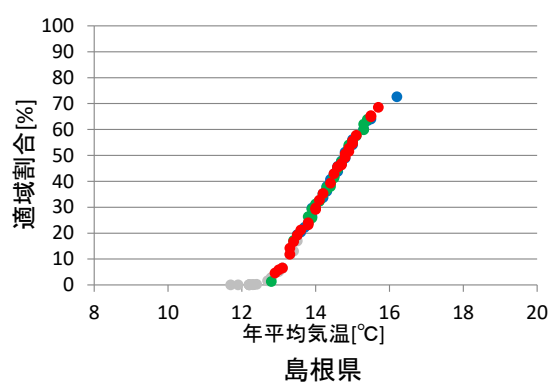
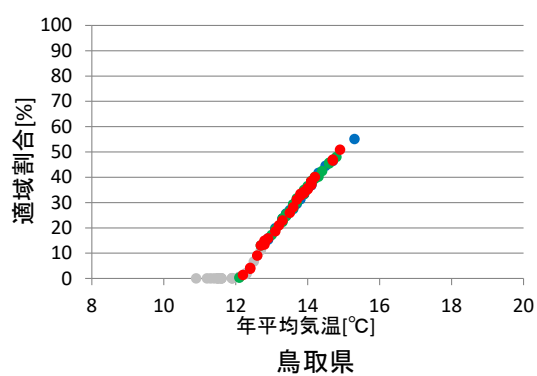
図 3.8-32 栽培適域割合（栽培適域面積／都道府県面積）の推移

図 3.8-33 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。

【全国】



【中国・四国】



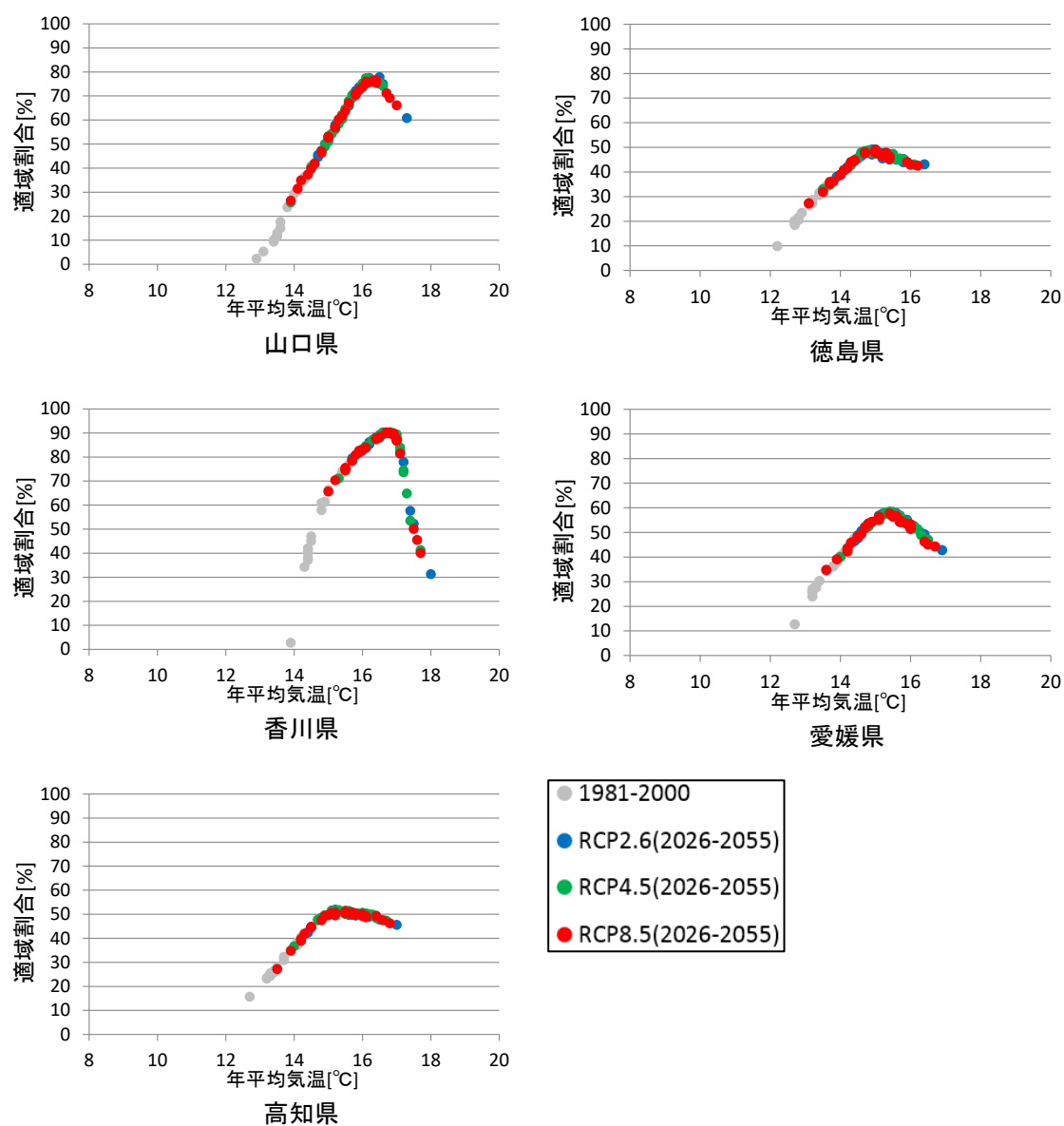


図 3.8-33 栽培適域割合（栽培適域面積／都道府県面積）と年平均気温の関係

■ 浮皮多発生年

静岡県を対象としたウンシュウミカン「青島」の「浮皮多発生年」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）⁴¹⁰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。

⁴¹⁰ 杉浦俊彦（2018）：リンゴ、ミカンなど果樹への温暖化影響の現状と将来予測，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.31，
(<http://ccaff.dc.affrc.go.jp/conference2018/pdf/031.pdf>)

【静岡県】

1つのGCMモデル(MIROC5)、1つの排出シナリオ(RCP4.5)を用いて、ウンシュウミカン「青島」を対象に、現在(1981-2000年)、2030年代、2050年代の浮皮多発生年の出現頻度に関する予測が行われています(図 3.8-34)。

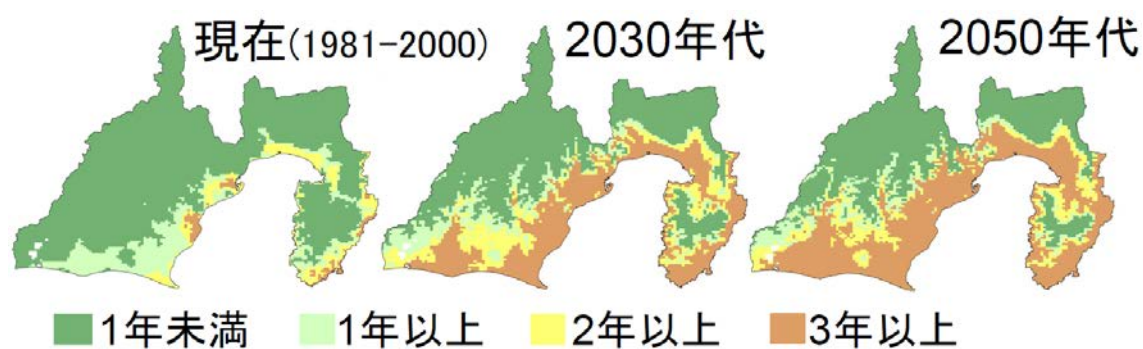


図 3.8-34 ウンシュウミカン「青島」の浮皮多発生年の出現頻度
(10年あたり、静岡県、MIROC5、RCP4.5)

(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。

④ 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、「日焼け果」といった影響に対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、中国・四国地域を含んで影響評価が実施されているのは「栽培適地」のみに留まります。以下では「栽培適地」に関する将来の影響を示します。

■ 栽培適地 ⁴¹¹

Sugiura et al (2014) ⁴¹²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。

⁴¹¹ 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。

⁴¹² 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 3.8-35）。

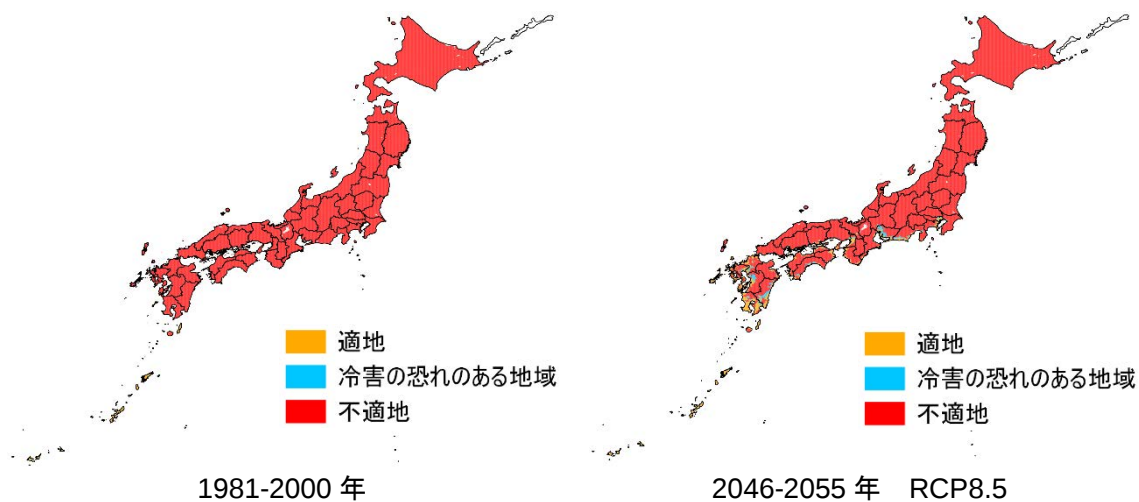


図 3.8-35 タンカンの栽培適地

【中国・四国】

2050 年になると特に太平洋及び瀬戸内海の沿岸域において適地が拡大しています（図 3.8-36）。

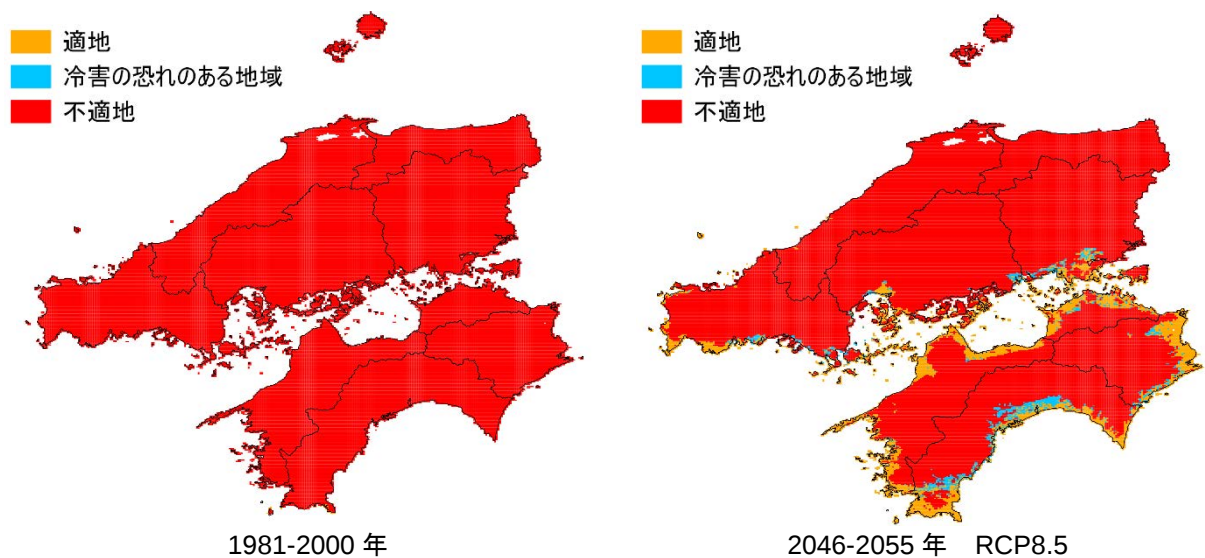
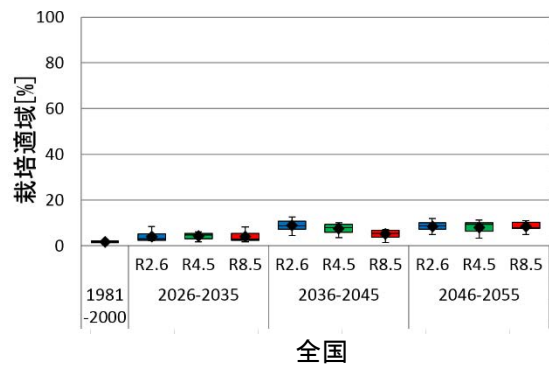


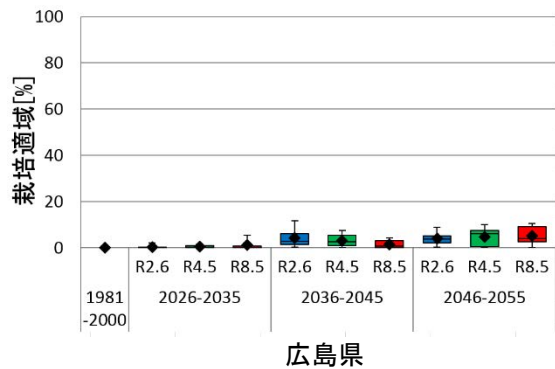
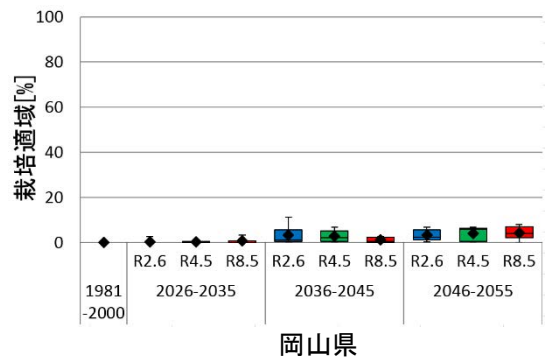
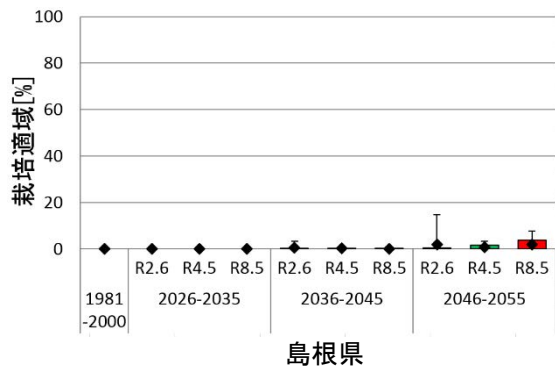
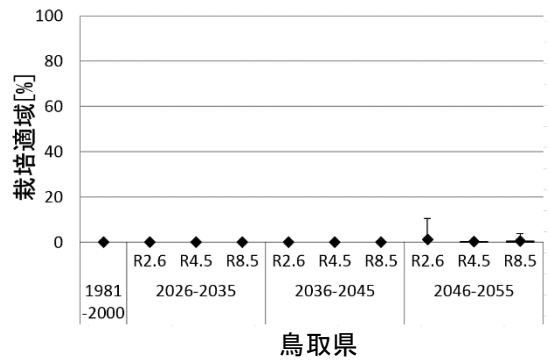
図 3.8-36 タンカンの栽培適地（中国・四国地域）

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。全ての県においてあまり変化がない、または、栽培適域が将来増加することが予測されました（図 3.8-37）。箱ひげの見方については図 3.8-3 を参照下さい。

【全国】



【中国・四国】



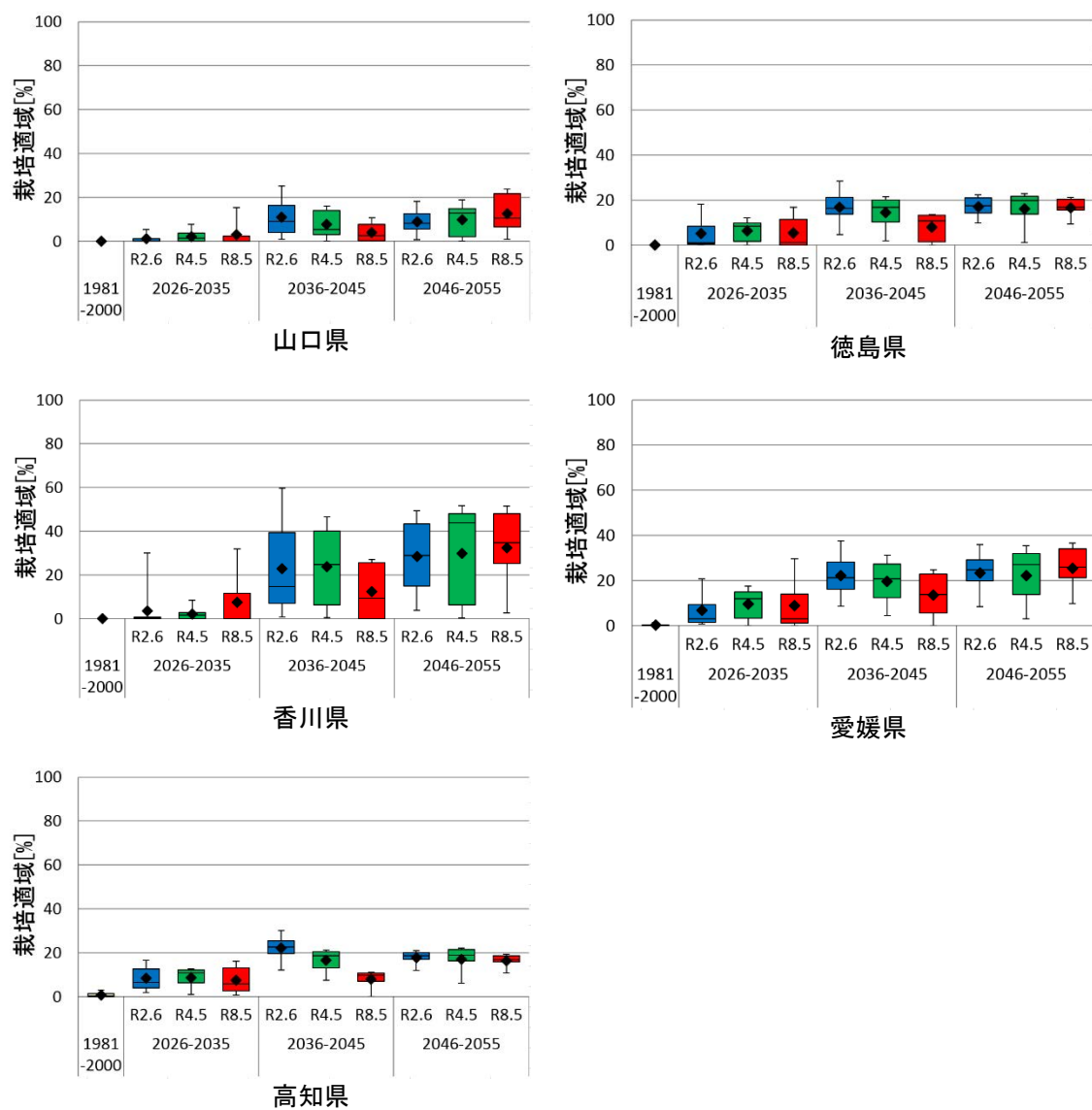
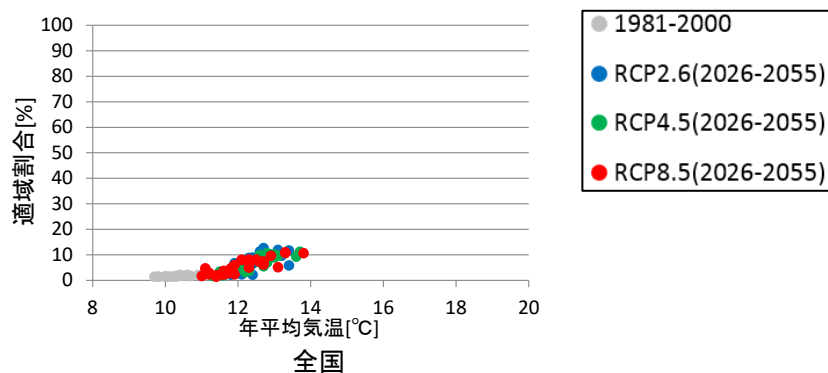


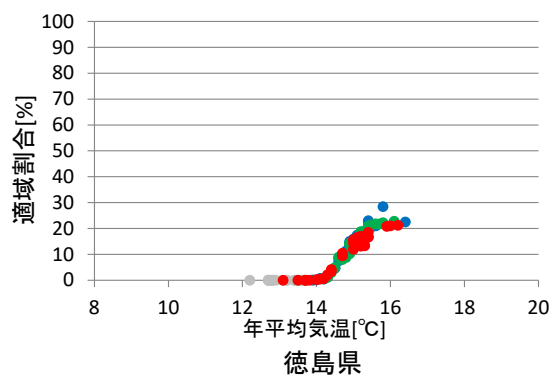
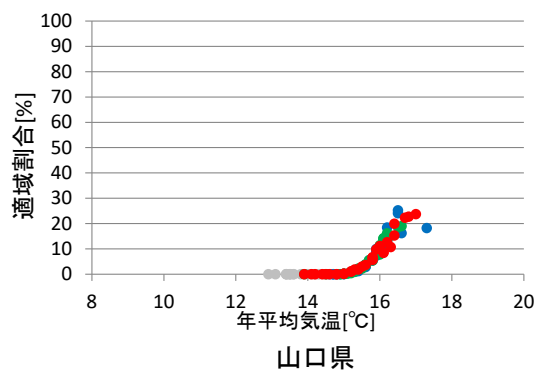
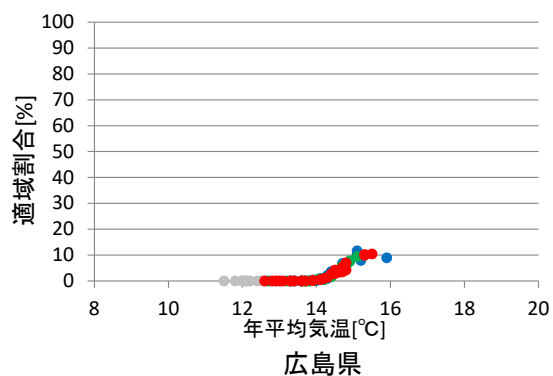
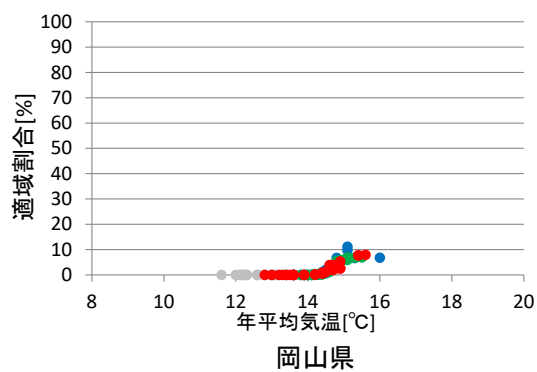
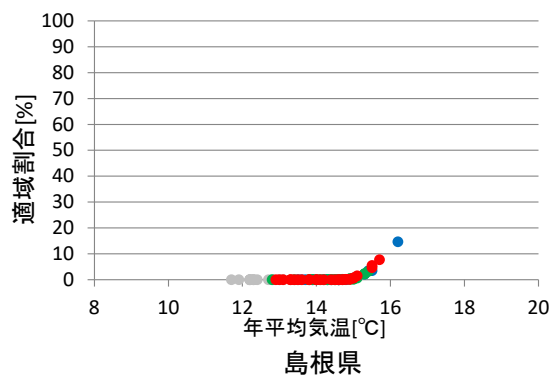
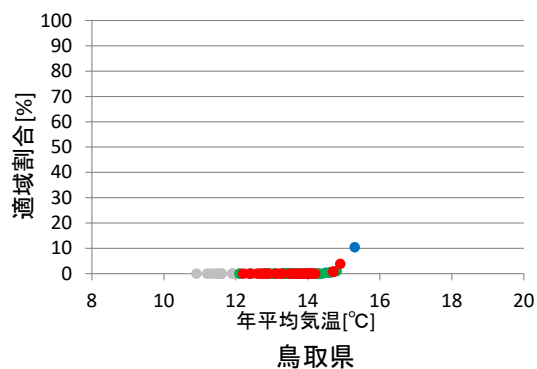
図 3.8-37 栽培適域割合（栽培適域面積／都道府県面積）の推移

図 3.8-38 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】



【中国・四国】



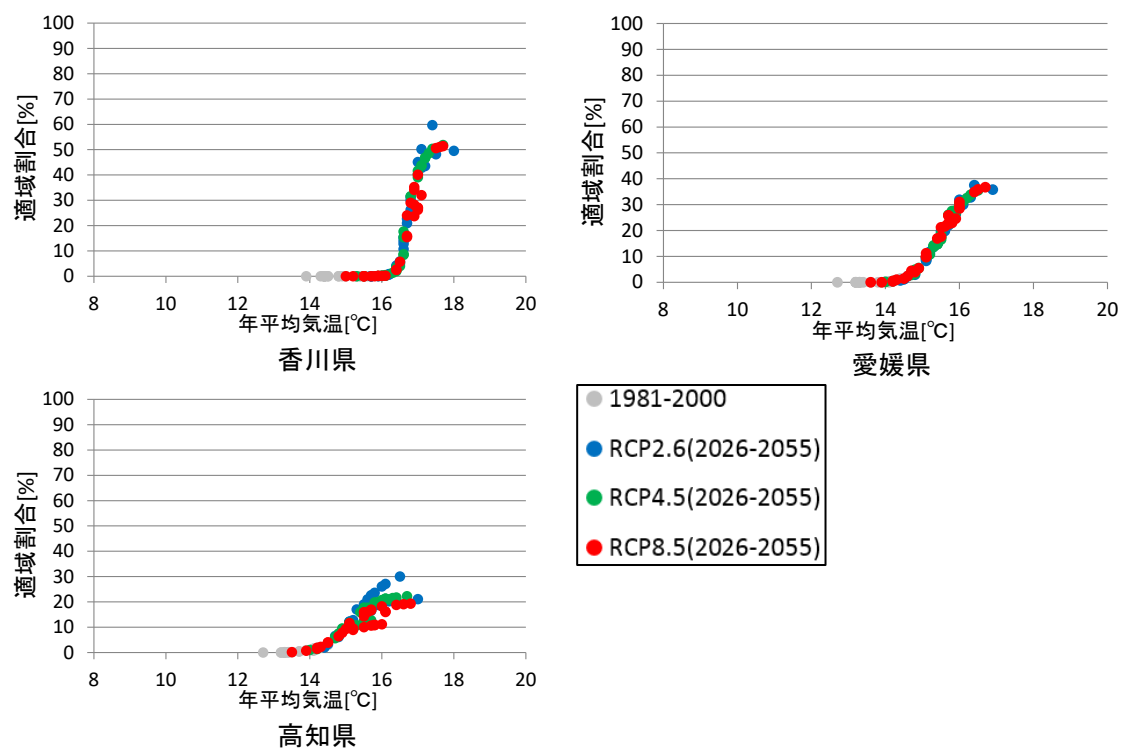


図 3.8-38 栽培適域割合（栽培適域面積／都道府県面積）と年平均気温の関係

(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) 野菜

① ブロッコリー

(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、気候変動によるブロッコリーへの影響として、病害の多発といった影響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、「病虫害発生」「作型」の変化や、「生育不良」への影響に対する情報提供が求められています。ブロッコリーの異常花蕾であるブラウンビーズ（死花）は、気温のみならず、様々な要因（温度、降水（乾湿）、日照、土壌等）によって発生します。現状の研究状況に鑑みると、様々な要因を考慮した影響評価事例はないものの、将来の気温予測から「ブラウンビーズ（死花）発生リスク」を評価した研究事例があります。当該事例は、中国・四国地域を含んではおらず長野県近辺を対象とした事例ではあるが参考情報として本項にて紹介します。

■ 異常花蕾（ブラウンビーズ）

長野県近辺を対象とした「ブラウンビーズ（死花）発生リスク」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）⁴¹³にて研究成果が報告されています。

【長野県近辺】

1981～2000 年、2041～2060 年を対象に、「花芽分化開始日～出蕾日」の有効積算温度（基準温度は品種「ピクセル」で 18℃、「おはよう」で 9℃）を用いて開発したブラウンビーズ発生推定式を用いて温暖化が進行した場合のブラウンビーズ発生リスク推定マップを作成しました（図 3.8-39）⁴¹⁴。なお、温暖化が進行した場合の花芽分化開始日と出蕾日は発育ステージ推定モデルにより推定しました。

・ブラウンビーズ発生推定式（「ピクセル」の例）：

収穫時のブラウンビーズ評点 = $0.0125 \times 18^\circ\text{C}$ 以上積算温度（℃・日）－0.2096

⁴¹³ 岡田邦彦（2018）：ブロッコリー異常花蕾“ブラウンビーズ”発生リスク推定，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.32，
(<http://ccaff.dc.affrc.go.jp/conference2018/pdf/032.pdf>)

⁴¹⁴ 引用文献には、使用した気候シナリオの条件等の記載は見当たりませんでした。

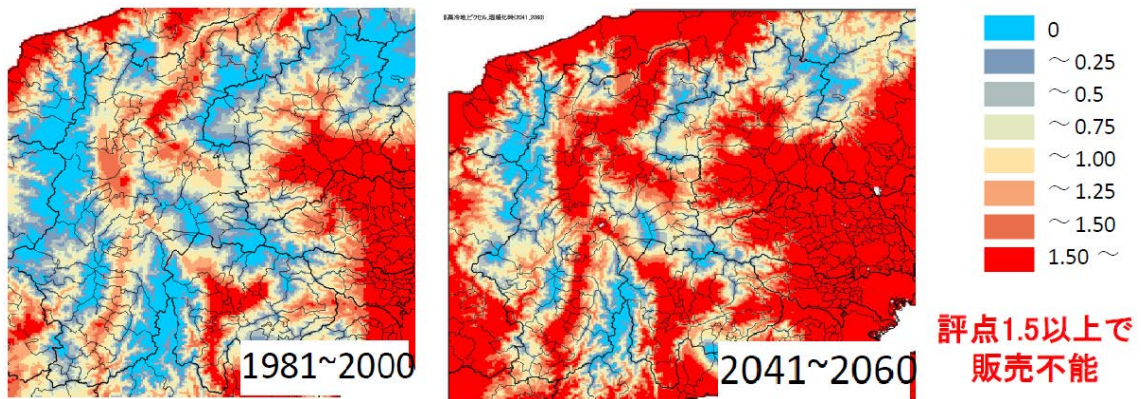


図 3.8-39 7月中旬定植、品種ピクセルのブラウンビーズ評点推定値の分布
(使用した気候シナリオの記載は見当たりませんでした)

(ウ) 適応策

ブロッコリーへの影響に対する適応策については § 5.2.3.8 を参照下さい。

② 全般

(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、気候変動による野菜への影響として、レタス、ブロッコリー、ネギ、ナバナ、タマネギ、キュウリ、イチゴへの病害の発生や、トマトの裂果・落花、夏秋ナスの日焼け等の影響が報告されています(図 3.8-40、図 3.8-41)。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 3.8-6 に示す野菜等への影響が経年的に報告されています。

表 3.8-6 野菜への影響一覧

		全国 (47)	北日本 (7)	東日本 (17)	西日本 (23)	参考			
						H28	H27	H26	H25
トマト	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
イチゴ	花芽分化の遅れ	3	1	1	1	10	6	8	13
	生育不良	3	0	2	1	—	2	6	1
	病害の多発（炭そ病）	2	0	1	1	3	4	4	3
	虫害の多発（アザミウマ類、ハダニ類）	1	0	1	0	1	2	—	2
ネギ	生育不良（葉先枯れ等）	8	1	2	5	10	8	10	14
	虫害の多発（ネギアザミウマ等）	2	0	2	0	4	4	3	4
	病害の多発（さび病、軟腐病等）	1	0	0	1	4	—	3	5
レタス	生育不良	3	0	1	2	—	—	—	—
	病害の多発	2	0	1	1	—	—	—	—
	不良果	1	0	0	1	—	—	—	—
	生理障害	1	0	1	0	—	—	—	—
	生育の前進	1	0	0	1	—	—	—	—
キュウリ	病害の多発	2	1	1	0	—	—	—	—
	生育不良	2	0	2	0	—	—	—	—
	着花・着果不良	1	0	0	1	—	—	—	—
ナス	着花・着果不良	1	0	0	1	—	—	—	—
	病害の多発	1	0	1	0	—	—	—	—
	不良果	1	0	0	1	—	—	—	—



図 3.8-40 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」



図 3.8-41 イチゴの炭疽病

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、レタス、ブロッコリー、イチゴ、タマネギやネギの「病害虫」、「生育不良」、トマト、イチゴ等の「栽培適地」、「収量」、「品質」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。現状の研究状況に鑑みると、中国・四国地域を含んで定量的に影響評価が実施されているのは、「病害虫」に留まります。

■ 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。自治体からのニーズがあったレタス、ブロッコリー、イチゴやネギに影響を及ぼす関連する病害虫を対象としました。「世代数」の計算式は定式化されているため (Yamamura et al. (1998) ⁴¹⁵)、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。

対象とする病害虫は、農林水産省「指定有害動植物の見直し検討会（別紙3）指定有害動植物の見直しに係るリスク評価」⁴¹⁶より、レタス、ブロッコリー、イチゴやネギに影響を及ぼすリスクの高いものを対象としました（表 3.8-7）。

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有れば、影響は生じないことが予想されます。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。

⁴¹⁵ 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

⁴¹⁶ http://www.maff.go.jp/j/syouan/syokubo/gaicyu/g_yosatsu/sitei_minaosi.html

表 3.8-7 対象とする病害虫と影響を受ける野菜

害虫名	影響を受ける野菜	発育零点	有効積算 温度定数	出典
ハスモンヨトウ	レタス、ブロッコリー、イチゴ、ネギ	11.6 ℃	375.2 日度	桐谷（2012）日本産昆虫、ダニの発育零点と有効積算温度定数：第2版，農環研報31, 1-74
ワタアブラムシ	イチゴ、ネギ	3.5 ℃	114 日度	兵庫県立農林水産技術総合センターHP「今年は遅く感じた「春の訪れ」」

【全国】

■ ワタアブラムシ

世代数が増加することが分かります（図 3.8-42）。

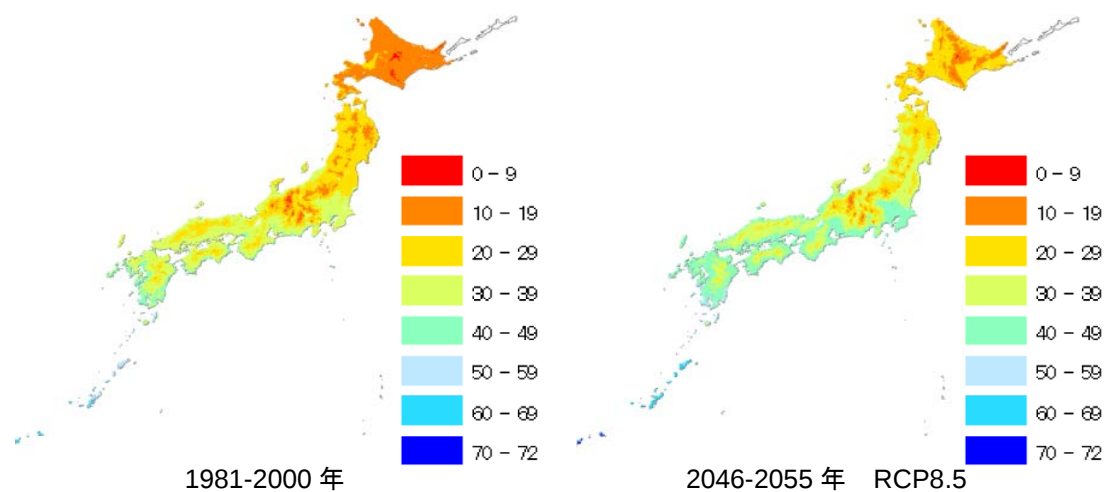


図 3.8-42 ワタアブラムシの世代数

■ ハスモンヨトウ

世代数が増加することが分かります（図 3.8-43）。

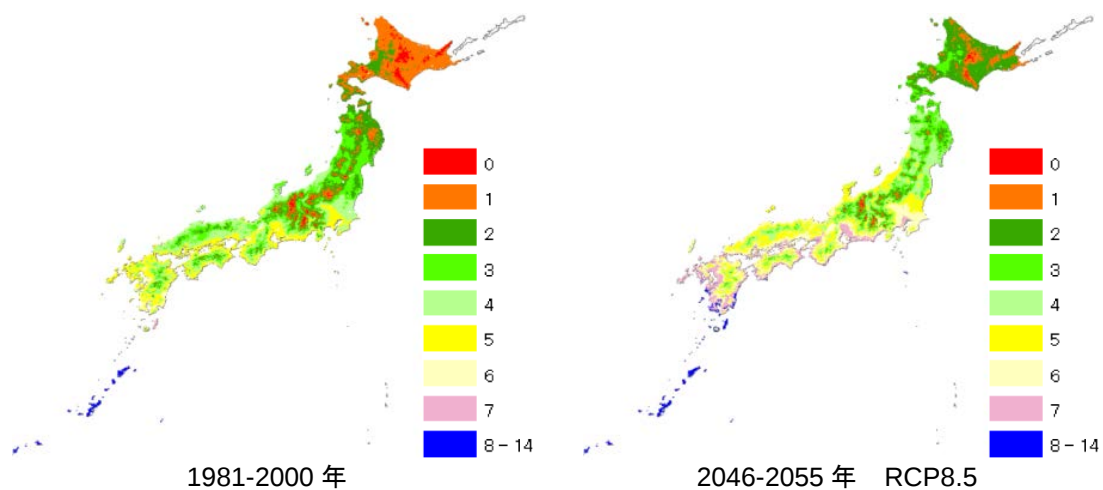


図 3.8-43 ハスモンヨトウの世代数

【中国・四国】

■ ワタアブラムシ

世代数が増加することが分かります（図 3.8-44）。

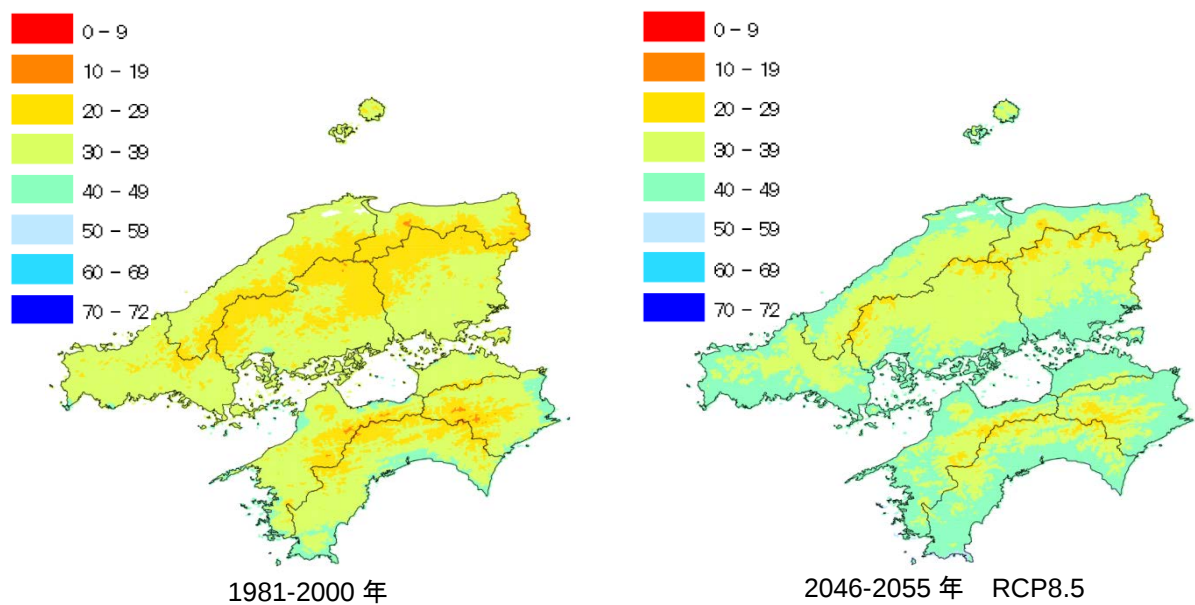


図 3.8-44 ワタアブラムシの世代数（中国・四国地域）

■ ハスモンヨトウ

世代数が増加することが分かります（図 3.8-45）。

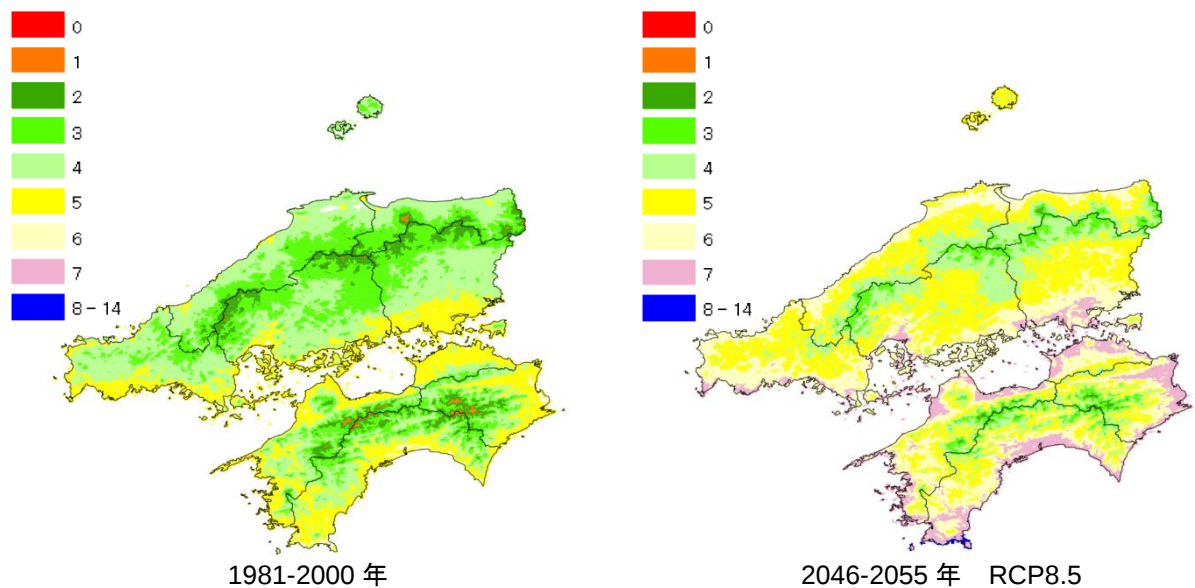


図 3.8-45 ハスモンヨトウの世代数（中国・四国地域）

(4) 麦・大豆・飼料作物等

① 大豆

(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、気候変動による大豆への影響として、生育不良や病害虫の発生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 3.8-8 に示す豆類への影響が経年的に報告されています。

表 3.8-8 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、大豆の「栽培適地」、「収量」、「品質」の変化、そして「作付体系」の変化といった影響に対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、中国・四国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、北海道、東北、北陸、九州を対象とした「収量」や北海道を対象とした「生育」「栽培適地」への影響に関連する研究事例があります。

■ 収量

北海道を対象とした大豆の「収量」については、栽培適地と同様に北海道立総合研究機構農業研究本部（2011）⁴¹⁷による研究があります。また、東北、北陸、九州を対象とした大豆の「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）⁴¹⁸にて研究成果が報告されています。

⁴¹⁷ 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

⁴¹⁸ 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

ここでは当該結果について記載します。

【北海道】

北海道立総合研究機構農業研究本部（2011）では、北海道の代表的な大豆品種「ユキホマレ」⁴¹⁹および「トヨムスメ」⁴²⁰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。子実重の予測が行われています。「ユキホマレ」については 6 月～8 月の平均気温、「トヨムスメ」については 6 月～9 月の平均気温と相関があることが示されており、回帰式が求められています。

2つの気候シナリオ（CCSR、CGCM1）を用いた場合の回帰式を用いた子実重の予測の結果、「ユキホマレ」については、網走市、訓子府町、大樹町、上士幌町、芽室町では増収し、その他の地域では同等または減収が予測されています⁴²¹（図 3.8-46）。「トヨムスメ」は概ね増収が予測されています⁴²²（図 3.8-47）。

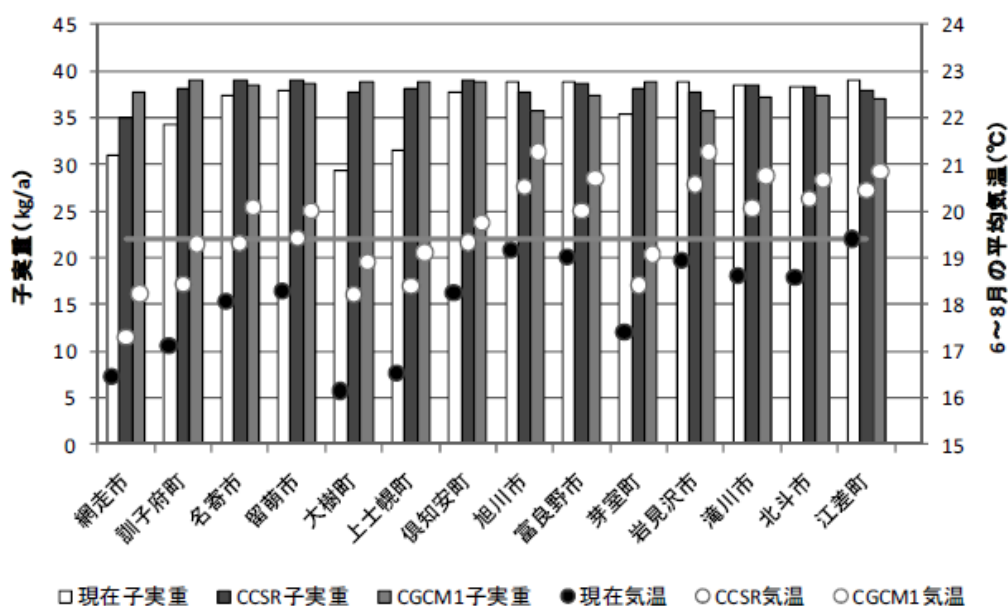


図 3.8-46 「ユキホマレ」の子実重の将来予測

エクト研究「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>)

⁴¹⁹ 熟期がやや早。

⁴²⁰ 熟期が中生。

⁴²¹ 予測式（回帰式）の最大収量は 6 月～8 月の平均気温が 19.4℃の時であり、上記の 5 市町以外は 2030 年代の予測平均気温がこの温度を超えていました。

⁴²² 予測式（回帰式）の最大収量は 6 月～9 月の平均気温が 19.8℃の時であり、予測される気温上昇範囲内においては、一部地域で収量が頭打ちとなる可能性が示唆されました。

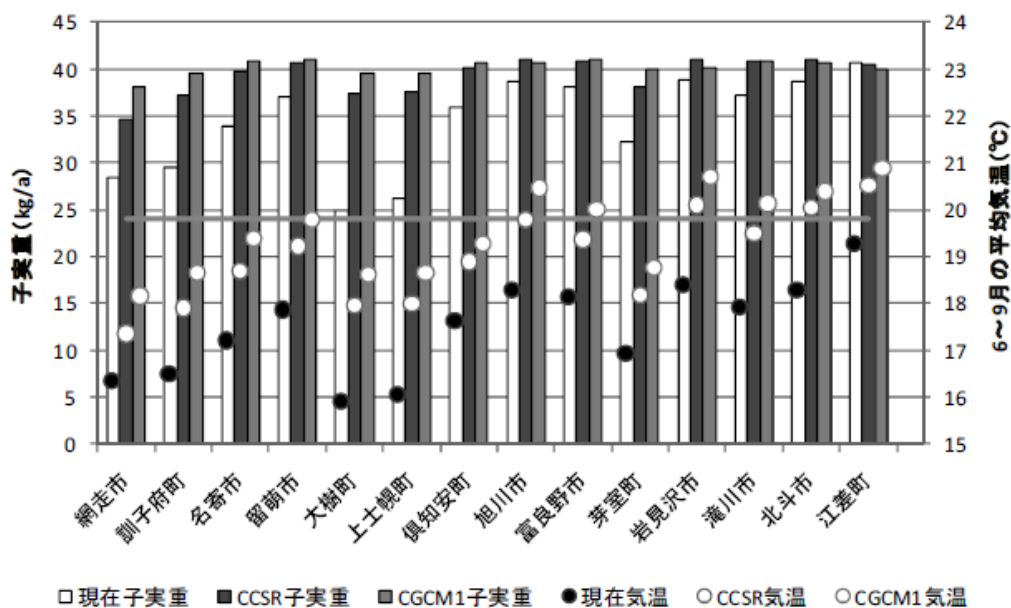


図 3.8-47 「トヨムスメ」の子実重の将来予測

【東北・北陸・九州】

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「リュウホウ」（東北）、「エンレイ」（北陸）、「フクユタカ」（九州）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（図 3.8-48）、東北の日本海側や北陸の平野部では 5%程度の減少、九州では 5%の増加が予測されています。これらの影響の違いは、作期や品種の発育特性、開花期を迎える時期が地域により異なることが考えられています。

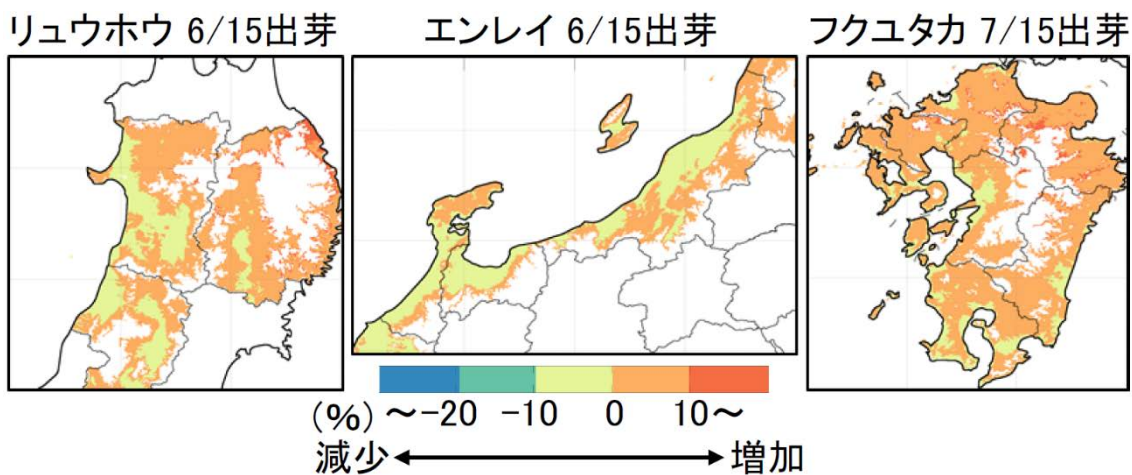


図 3.8-48 気温上昇による収穫指数の変化（「リュウホウ」「エンレイ」「フクユタカ」）
1981～2000 年を基準として、気温+3℃を想定した場合

■ 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）⁴²³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」⁴²⁴および「トヨムスメ」⁴²⁵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⁴²⁶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3.8-9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。

表 3.8-9 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	6～9月	7月	晩霜	初霜	無霜 期間	播種 時期	区分	6～9月	7月	晩霜	初霜	無霜 期間	播種 時期	区分	6～9月	7月	晩霜	初霜	無霜 期間	播種 時期
	区分	積算	平均					予測	積算	平均					予測	積算	平均				
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。

⁴²³ 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

⁴²⁴ 熟期がやや早。

⁴²⁵ 熟期が中生。

⁴²⁶ I：早～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

■ 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)⁴²⁷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」⁴²⁸および「トヨムスメ」⁴²⁹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。

(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。

⁴²⁷ 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

⁴²⁸ 熟期がやや早。

⁴²⁹ 熟期が中生。

② 飼料作物

(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、気候変動による飼料作物全般への影響として、トウモロコシの発芽不良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 3.8-10 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 3.8-10 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、イタリアンライグラスの「栽培適地」、「播種適期」や「収穫適期」の変化、ギニアグラス・ローズグラスの「生育不良」や「病虫害」の発生、飼料用トウモロコシの「栽培適地」や「栽培体系」の変化、飼料用作物全般の「収量」の低下や「病虫害」の発生といった影響に対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、中国・四国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」、飼料用トウモロコシの「栽培適地」、飼料用作物の「病虫害」に留まります。また、中国・四国地域ではないものの、北海道地域と岩手県を対象とした牧草の「収量」、北海道地域と関東地域を対象とした飼料用トウモロコシの「収量」への影響に関連する研究事例があります。

■ 栽培適地（牧草）

牧草の「栽培適地」については、佐々木ら（2003）⁴³⁰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⁴³¹と暖地型牧草⁴³²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。

・ 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 3.8-49）。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）

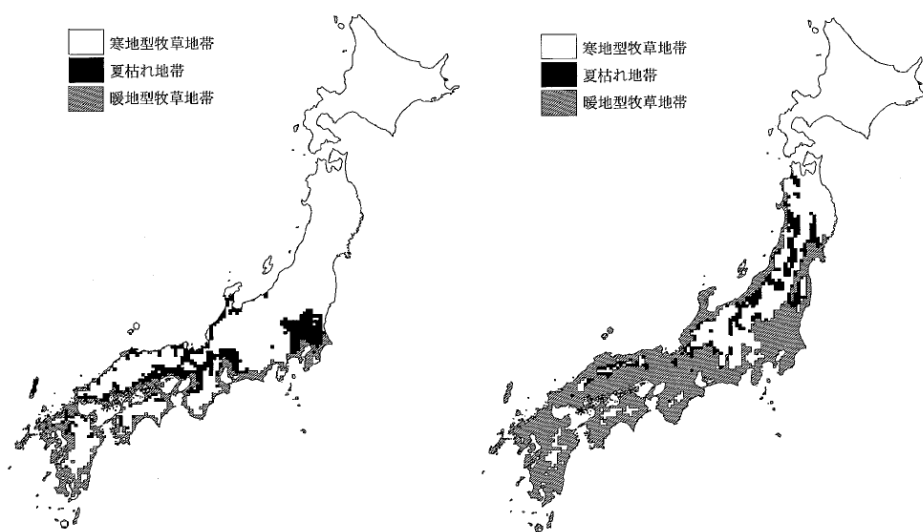


図 3.8-49 牧草生産区分：現在（左図）、100 年後（右図）
（屋久島以南は暖地型牧草地帯）

⁴³⁰ 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.

⁴³¹ 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

⁴³² パヒアグラスが栽培可能な地域

■ 収量（寒地型牧草）

北海道を対象とした牧草の「収量」については、北海道立総合研究機構農業研究本部（2011）⁴³³による研究があります。また、岩手県を対象とした牧草の「収量」については、樽見ら（2018）⁴³⁴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。

【北海道】

北海道の代表的な牧草品種「チモシー草地（早生）」を対象として、現在と 2030 年代における気候変動が牧草に及ぼす影響を解析しています。気象要素の総合的指標として蒸発散量を用い、これに牧草の水利用効率を乗じることで収量を予測しています。また、チモシー草地の刈取り回数は年 2 回の地域が多いため、1 番草と 2 番草の収量をそれぞれ推定しています。

2 つの気候シナリオ（CCSR、CGCM1）を用いた場合の 2030 年代のチモシー 1 番草および 2 番草の収量は、気温上昇にも関わらず生育期間の日射量の減少によって、全ての地点で減少することが推定されています。具体的には、現在からそれぞれ 4～26%、8～22% 低下すると予測されています（図 3.8-50）。気温情報の影響のみを考慮した場合は、現在と同等かわずかに増収することが示されています（図 3.8-51）。

⁴³³ 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

⁴³⁴ 樽見恵梨奈、築城幹典、森昭憲（2018）：温暖化が寒地型牧草生産におよぼす影響のモデルによる評価，システム農学（J.JASS）, 34（1）, 7～15

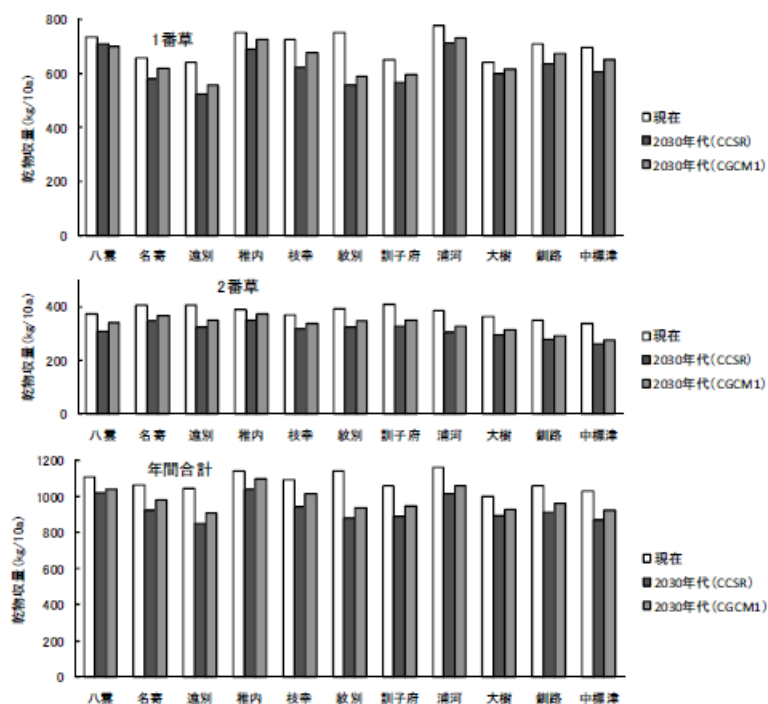


図 3.8-50 チモシー草の収量（気温と日射量を考慮）

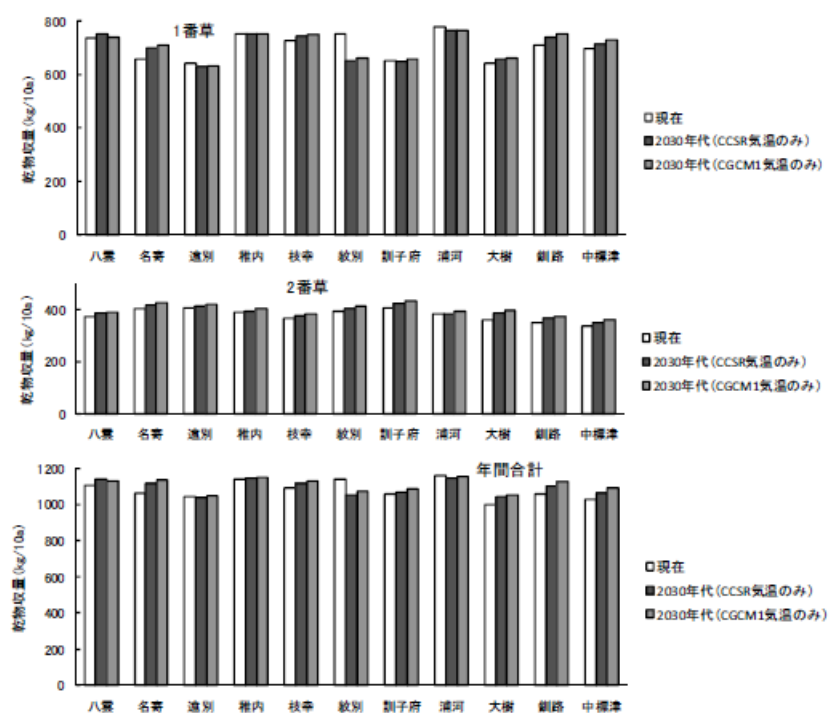


図 3.8-51 チモシー草の収量（気温のみ考慮）

【岩手県】

樽見ら（2018）によるとオーチャードグラスについて、温暖化により平均気温が上昇した際の生産性および草地更新の効果を牧草乾物収量推定モデルにより評価しました。岩手県における生育期間平均気温（4～11月の平均気温）と気温が3℃上昇した場合の更新後の乾物収量を3次メッシュごとに示します（図 3.8-52）。結果として、気温が高くなると収量の高い地帯の分布が北上しました。なお、本研究では、草地の更新は生産性が低下した収量を回復させる有効な適応策になると考えられており、草地更新後の収量を評価することで草地の更新サイクルを検討するための情報となります。

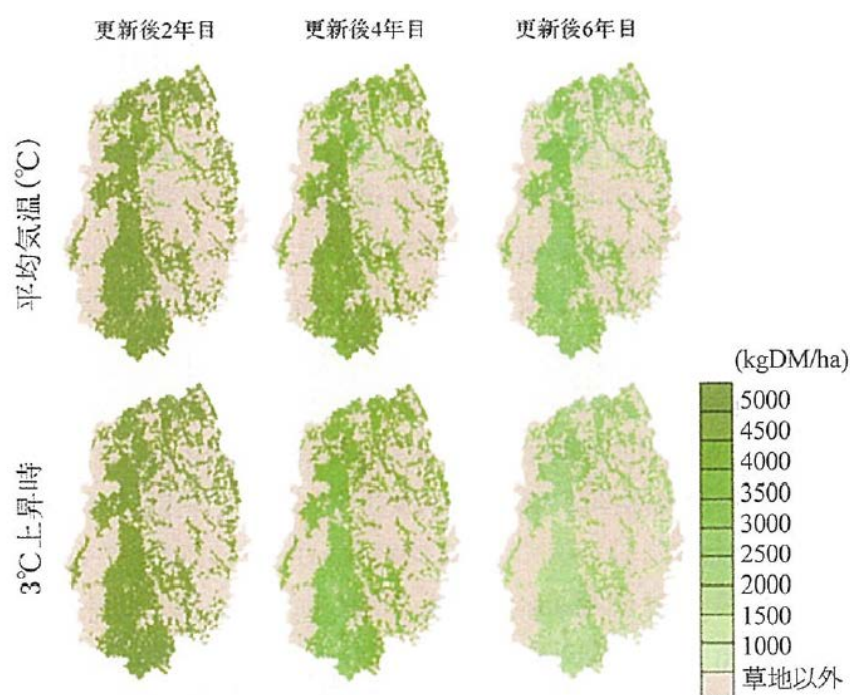


図 3.8-52 岩手県における温暖化後の乾物収量の予測結果 (kgDM/ha)
(窒素施肥量 150kgN/ha)

■ 栽培適地（飼料用トウモロコシ）

飼料用トウモロコシの「栽培適地」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）⁴³⁵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。

⁴³⁵ 菅野勉, 佐々木寛幸, 加藤直樹（2018）：飼料用トウモロコシ二期作栽培適地の変化予測－特に関東地域を対象として－, 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.35, (<http://ccaff.dc.affrc.go.jp/conference2018/pdf/035.pdf>)

【全国】

1 つの GCM モデル (MRI-CGCM3)、1 つの排出シナリオ (RCP4.5) を用いて、現在 (1981-2000 年) と 2090 年 (2081-2100 年) における飼料用トウモロコシ (二期作栽培) の適地拡大予測を行いました (図 3.8-53)。栽培可能地等の適地区分は 10℃基準有効積算温度⁴³⁶を用いて、下表のように設定しました。評価の結果、2090 年頃には九州～関東までの広い地域が二期作栽培可能地になることが予測されました。

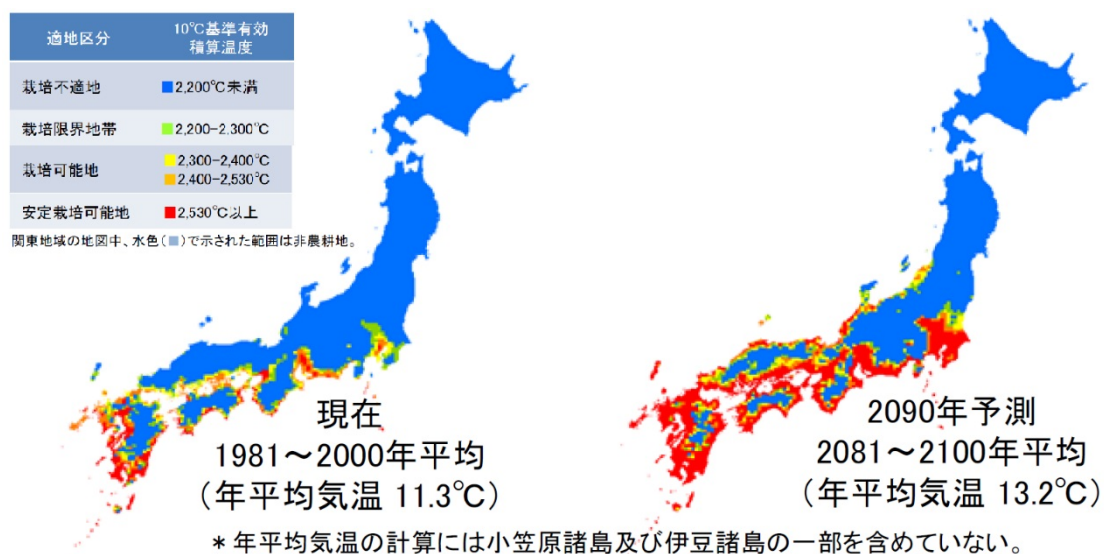


図 3.8-53 現在から 2090 年までのトウモロコシ二期作栽培適地の変化予測
現在は 1981～2000 年の平年値。2090 年の予測値は 2081～2100 年の予測値の平均。

⁴³⁶ 日平均気温から 10℃を引いた値を 1 日の有効温度とし、計算対象とする期間の有効温度を合計した値

■ 収量（飼料用トウモロコシ）

北海道を対象とした飼料用トウモロコシの「収量」については、北海道立総合研究機構農業研究本部（2011）⁴³⁷による研究があります。また、関東地域周辺を対象とした飼料用トウモロコシの「収量」については、農研機構畜産研究部門の農研機構畜産研究部門技術リポート 18 号（2017 年）⁴³⁸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。

【北海道】

現在および 2030 年代における気候変動が、飼料用トウモロコシ（ホールクロップサイレージ用）に及ぼす影響を分析しています。生産期間中の平均気温と乾物生産量との一次回帰式を求め、2030 年代の飼料用トウモロコシの収量を推定しています。また、生産期間や積算気温の変動に対応した品種変更に伴う収量予測も検討しています。

2 つの気候シナリオ（CCSR、CGCM1）を用いた場合の 2030 年代の飼料用トウモロコシの収量は、現在の道内向けの品種では限界があると考えられた道南・道央地域を除き、北海道全体で 10～14%の増加が予測されました。また、品種変更による収量予測においても 14～23%の増収が推定されています（表 3.8-11）。

表 3.8-11 2030 年代における飼料用トウモロコシの収量予測：
一次回帰式（左）、品種置換（右）

地域 区分	予測 方法	平均 気温 (℃)	2030年代の予測乾物収量			地域 区分	現代		2030年代		増加量 (kg/10a)
			1日当	期間 合計	増加量 (kg/10a)		熟期	品種	熟期	品種	
道央・道南	(CCSR)	19.4	—	—	0 ^{※1}	道央・道南	中中	3845	本州型	セシリア	503
	(CGCM1)	19.7	—	—	—		以上	DK475		G4742	196
十勝中部	(CCSR)	17.0	9.5	1280	48	十勝中部	中早	TH9861	中中	おおぞら	142
	(CGCM1)	17.5	9.7	1319	87				中晩	36B08	377
十勝山麓・沿海	(CCSR)	17.5	9.0	1176	113	十勝山麓・沿海	早中	チベリウス	中早	TH9861	94
	(CGCM1)	18.1	9.5	1251	188				中中	おおぞら	236
オホーツク網走	(CCSR)	16.8	10.2	1337	274	オホーツク網走	早晩	ネオ85	中中	おおぞら	289
	(CGCM1)	17.5	10.8	1413	350				中晩	36B08	524
根釧・天北	(CCSR)	15.7	9.2	1226	33	根釧・天北	早早	エマ	早晩	ネオ85	356
	(CGCM1)	16.5	9.9	1319	126				中早	TH9861	503
全道 ^{※2}	(CCSR)予測における増加率				+10%	全道	(CCSR)予測における増加率				+14%
	(CGCM1)予測における増加率				+14%		(CGCM1)予測における増加率				+23%

※1 現行の北海道向け品種では増収しないと仮定。

※2 地域の作付面積割合を考慮して算出。

⁴³⁷ 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

⁴³⁸ 農研機構畜産研究部門（2017）：気候変動に対応したサイレージ用トウモロコシの二期作栽培技術＜関東地域版＞，農研機構畜産研究部門技術リポート 18 号

【関東】

1つのGCMモデル(MRI-CGCM3)、1つの排出シナリオ(RCP4.5)を用いて、現在と2040年(2031-2050年平均)、2090年(2081-2100年平均)における飼料用トウモロコシ二期作(1作目を品種「KD500」(極早生)、2作目を品種「なつむすめ」(晩生品種))の収量予測を行いました(図 3.8-54)。2090年頃には二期作による年間合計乾物収量が増加し、3t/10a以上を期待できる地域が関東北部まで拡大することが予測されました。

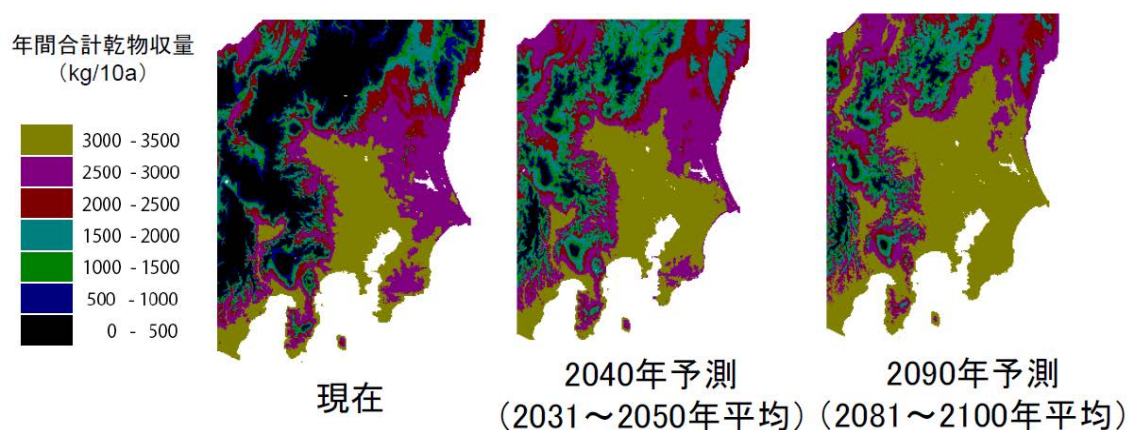


図 3.8-54 トウモロコシ二期作の年間合計乾物収量の変化予測 (関東地域)

1作目を品種「KD500」、2作目を品種「なつむすめ」とする3次メッシュ予測データを用いた。気候モデルはMRI-CGCM3、排出シナリオはRCP4.5。

■ 病害虫 (飼料用トウモロコシ)

フタテンチビヨコバイについては、Matsukura et al. (2016 年)⁴³⁹による研究があります。この研究では、気温や降水情報をもとにフタテンチビヨコバイの存在可能性やワラビー萎縮症発生可能性の検討を行っています。ここでは、当該文献に記載されているワラビー萎縮症発生可能性の結果について記載します。

【全国】

現在、ワラビー萎縮症に耐性がある飼料用トウモロコシの有用性は2020年代には九州南部で、2060年代には九州、四国、本州南西部において低減することが予想されています(図 3.8-55)。

⁴³⁹ K.Matsukura et al. (2016) : Future risk of the maize orange leafhopper, *Cicadulina bipunctata*, and maize wallaby ear symptom in temperate Japan, *Population Ecology*, Volume 58, Issue 2 : 241–248

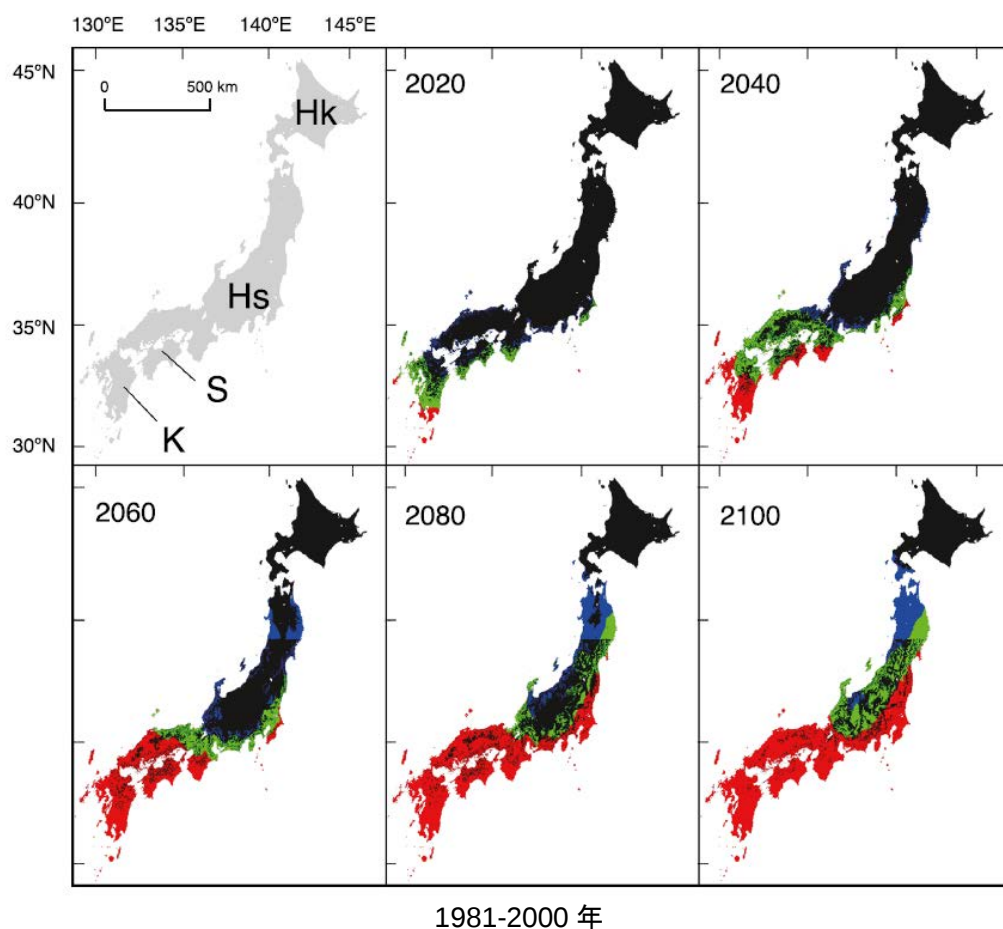


図 3.8-55 フタテンチビヨコバイとワラビー萎縮症の発生予測値図

黒：フタテンチビヨコバイが存在しない。

青：フタテンチビヨコバイは存在するがワラビー萎縮症は発生しない。

緑：耐性のない作物のみについてワラビー萎縮症は発生する。

赤：耐性のある作物についてもワラビー萎縮症が発生する。

(ウ) 適応策

飼料作物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。

(5) 工芸作物

① 茶

(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影響は報告されませんでした。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 3.8-12 に示す茶への影響が経年的に報告されています。

表 3.8-12 茶への影響一覧

	全国 (47)	北日本 (7)	東日本 (17)	西日本 (23)	参考			
					H28	H27	H26	H25
生育障害の発生	7	0	1	6	8	6	9	11
凍霜害の発生	3	0	0	3	4	4	6	6
生育早期化・摘取集中	2	0	0	2	—	—	—	—
病虫害の発生（アザミウマ類、ハダニ類等）	1	0	0	1	3	4	4	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、茶の「栽培適地」の変化や「病虫害」の発生、そして「収量」「品質」「整枝の時期」の変化といった影響に対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、中国・四国地域を含んで定量的に影響評価が実施されているのは、「栽培適域」及び「病虫害」に留まります。ここでは、「栽培適域」及び「病虫害の発生」に関する将来の影響を示します。

■ 栽培適域（栽培地帯）

茶の栽培適域については水野（2002）⁴⁴⁰による研究があります。この研究では、気温情報をもとに茶の栽培地帯区分の検討を行っています。具体的には、枯死域、限界地、冷涼地、温暖地、暖地、亜熱帯の判定を実施しています。なお、暖地、温暖地が栽培適地、亜熱帯は高温問題が発生する地域、冷涼地や限界地は栽培が確認される地域、枯死域は栽培が確認されない地域です。特に亜熱帯について、現在でも栽培の問題があるため、その拡大が危惧されています。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影響評価を実施しました。

⁴⁴⁰ 水野直美（2002）：茶の精密栽培地帯区分図の作成と温暖化シミュレーション，茶研報，93，62-69

【全国】

現在の亜熱帯は、奄美諸島、沖縄諸島に見られます。2050 年頃までは亜熱帯の著しい拡大は予測されませんでした（図 3.8-56）。

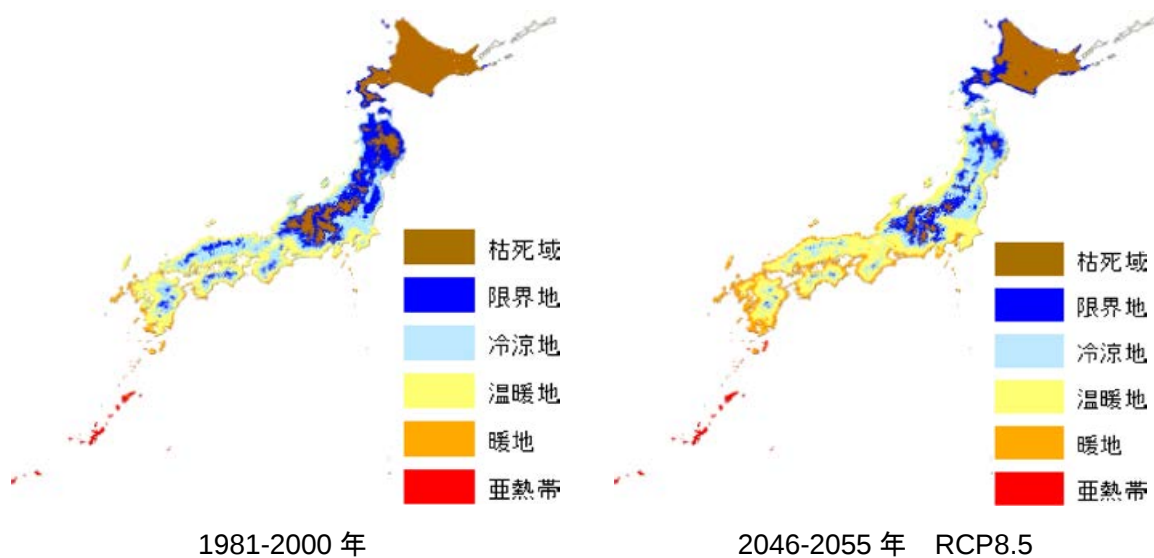


図 3.8-56 茶の栽培地帯区

【中国・四国】

2050 年になると沿岸域においてより暖地が拡大しています。内陸部では限界地が縮小しています（図 3.8-57）。

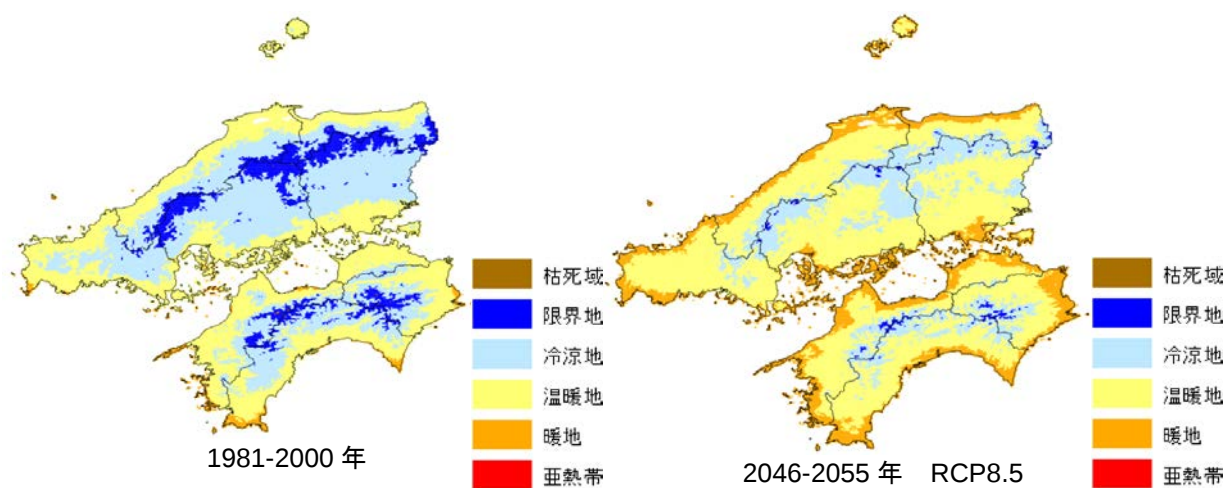


図 3.8-57 茶の栽培地帯区（中国・四国地域）

■ 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、チャノホソガを対象としました。「世代数」の計算式は定式化されているため（Yamamura et al. (1998)⁴⁴¹）、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有れば、影響は生じないことが予想されます。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。

【全国】

世代数が増加することが分かります（図 3.8-58）。

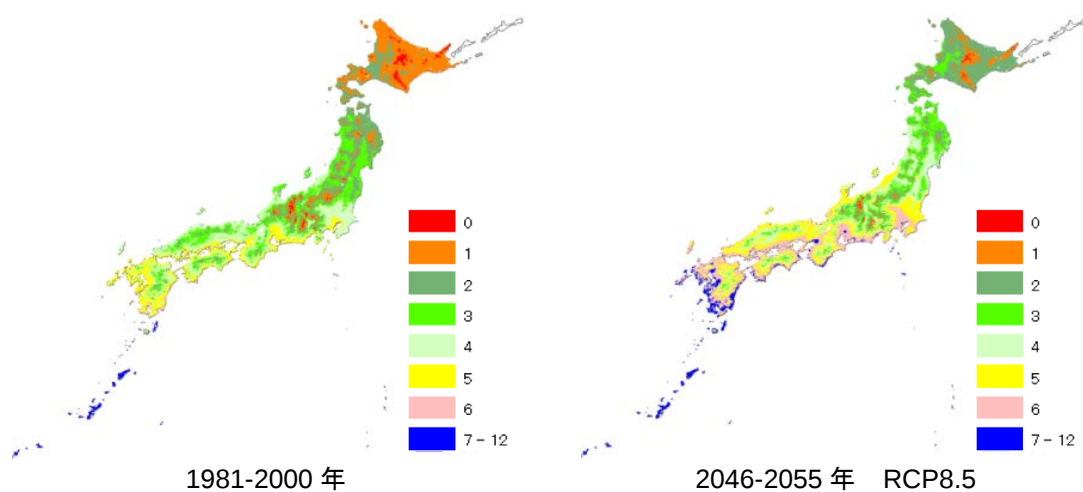


図 3.8-58 チャノホソガの世代数

⁴⁴¹ 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

【中国・四国】

世代数が増加することが分かります（図 3.8-59）。

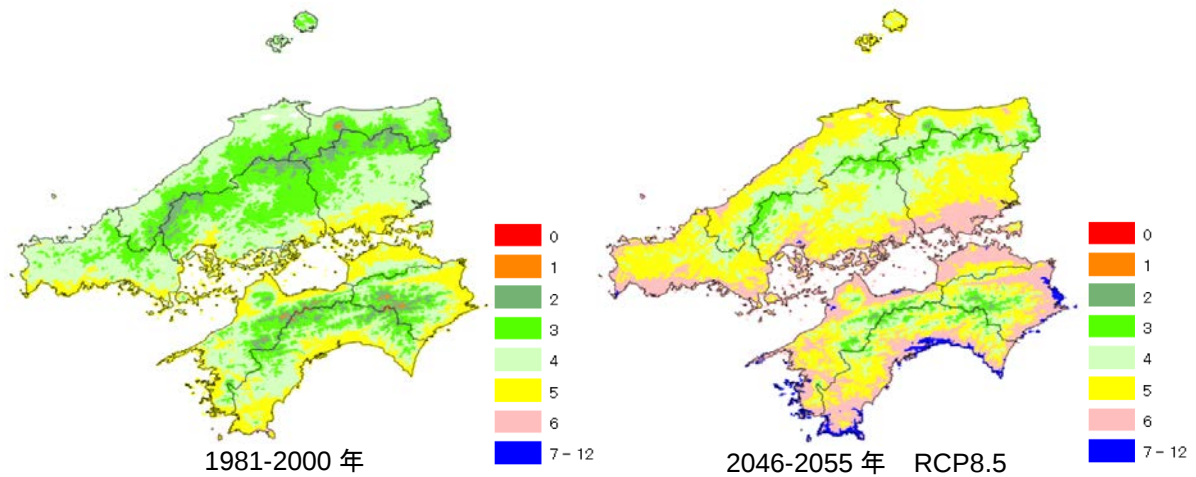


図 3.8-59 チャノホソガの世代数（中国・四国地域）

(ウ) 適応策

茶への影響に対する適応策については § 5.2.5.1 を参照下さい。

(6) 畜産

① 肉用豚

(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、気候変動による肉用豚の影響として、疾病の発生、斃死、増体量の低下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 3.8-13 に示す肉用豚への影響が経年的に報告されています。

表 3.8-13 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、「増体」や「肉質」の低下、「繁殖成績」への影響、「動物感染症」の増加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、中国・四国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

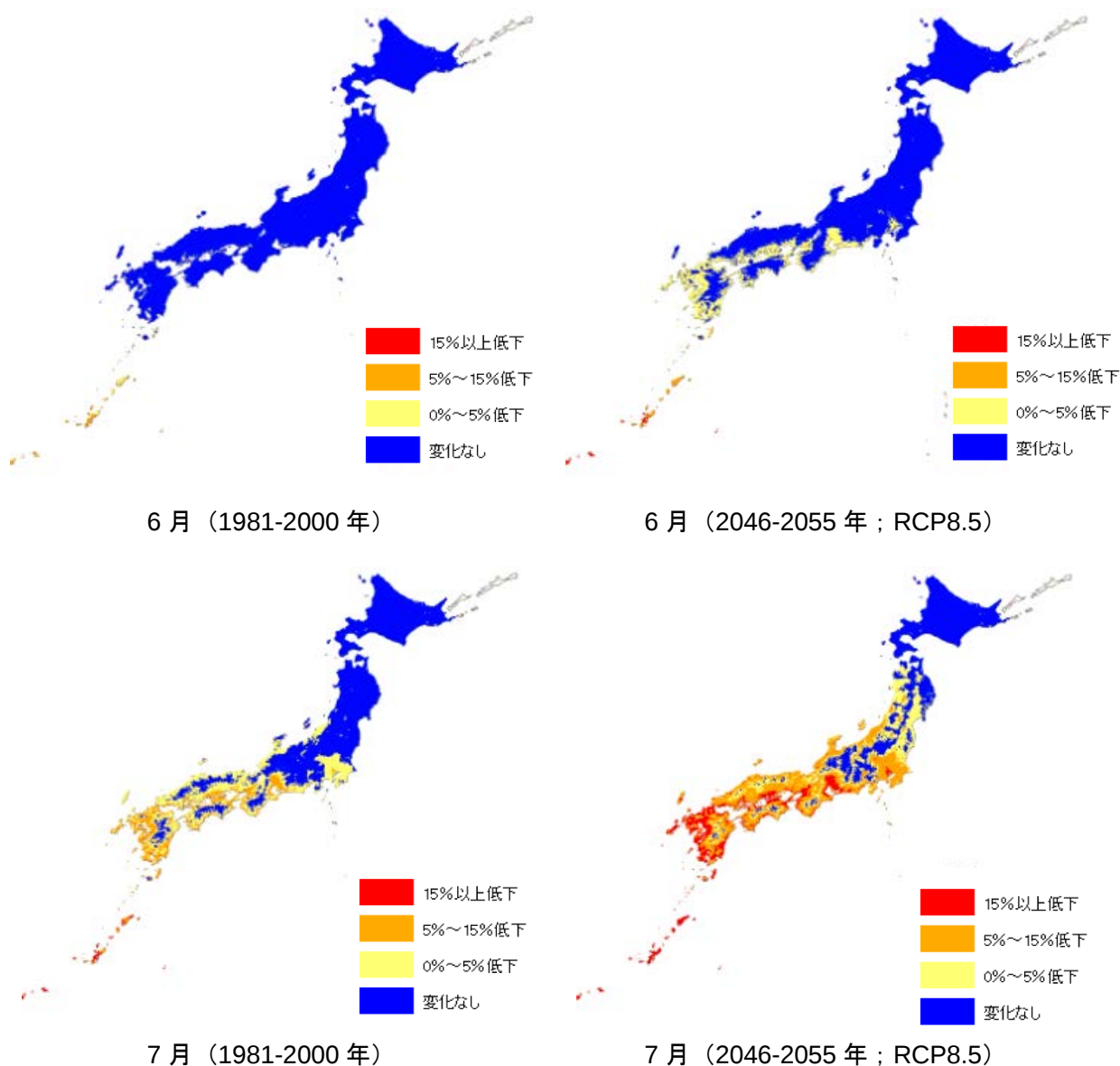
肉用豚の増体量については高田ら（2007）⁴⁴²による研究があります。この研究では、月平均気温情報をもとに日増体量の評価を行っています。ここでは、当該文献に記載されている影響評価手法をもとに日増体量の影響評価を実施しました。なお、当該文献においては、23℃区、28℃区、33℃区において複数の肉用豚を対象に、気温と日増体量の計測より作成した回帰式をもとに影響評価を実施しています。33℃区以降においても当該回帰式を用いることが可能かについては検討の必要があります。

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。

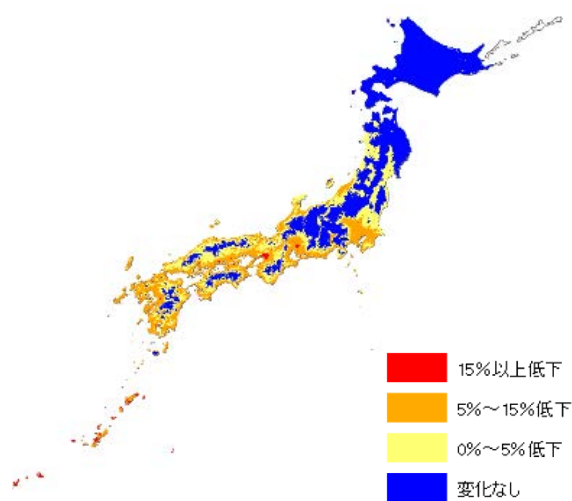
⁴⁴² 高田良三・山崎信・杉浦俊彦・横沢正幸・大塚誠・村上斉（2008）：地球温暖化が肥育豚の飼養成績に及ぼす影響 — 「気候温暖化メッシュデータ（日本）」によるその将来予測—，日本畜産学会報，79(1)，59-65

【全国】

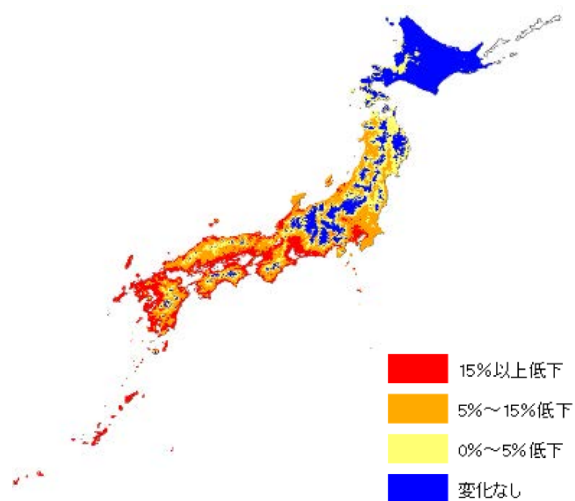
肉用豚の日増体量の変化⁴⁴³について、2046-2055 年における RCP8.5 の場合の 6 月、7 月、8 月、9 月の結果を示します（図 3.8-60）。現在についてみると、7 月及び 8 月において西日本の沿岸部を中心に日増体量の低下が見られます。将来になるにつれて、日増体量の低下は、内陸部でも拡大するとともに、沿岸域では更なる日増体量の低下が予測されました。



⁴⁴³ 23℃を 100 とした場合の日増体量の減少率を示します。



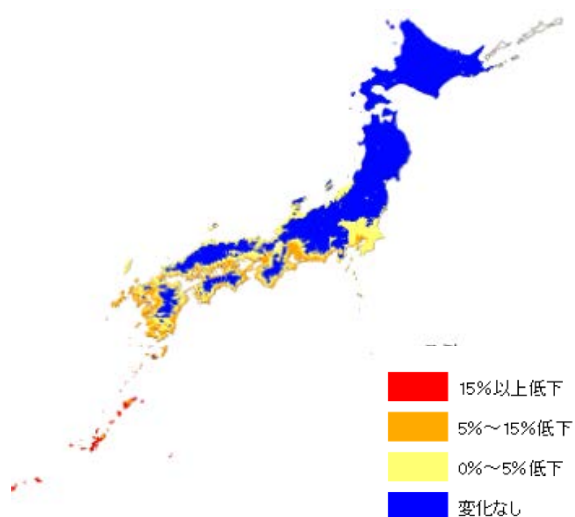
8 月（1981-2000 年）



8 月（2046-2055 年；RCP8.5）



9 月（1981-2000 年）

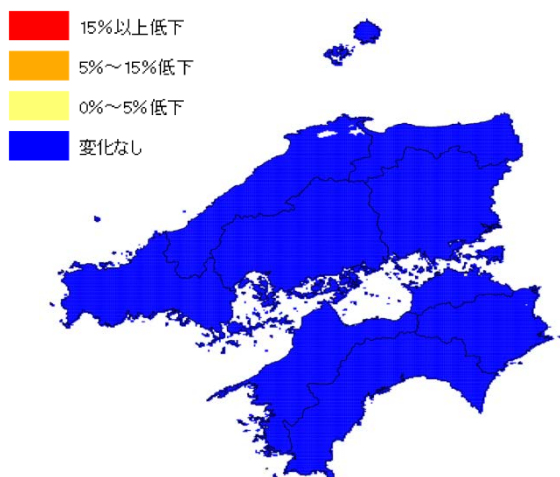


9 月（2046-2055 年；RCP8.5）

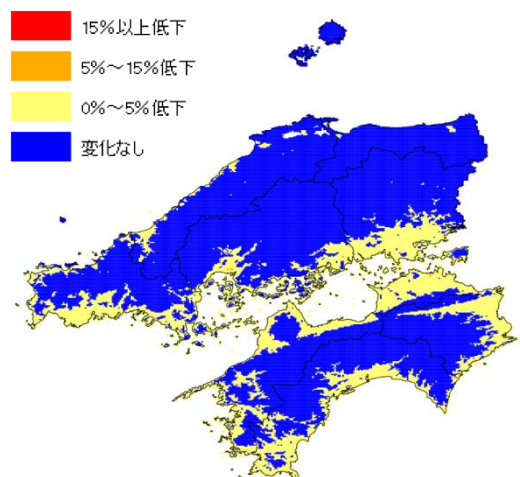
図 3.8-60 肉用豚の日増体量

【中国・四国】

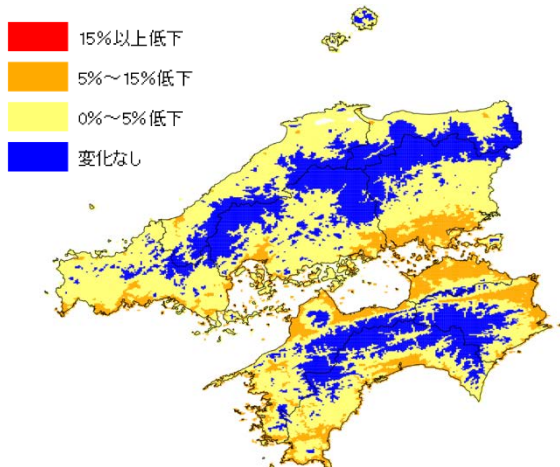
肉用豚の日増体量の変化⁴⁴⁴について、2046-2055 年における RCP8.5 の場合の 6 月、7 月、8 月、9 月の結果を示します（図 3.8-61）。現在についてみると、特に 7 月及び 8 月において沿岸部を中心に日増体量の低下が見られます。将来になるにつれて、日増体量の低下は、内陸部でも拡大します。沿岸部では日増体量の低下が 15%以上になります。



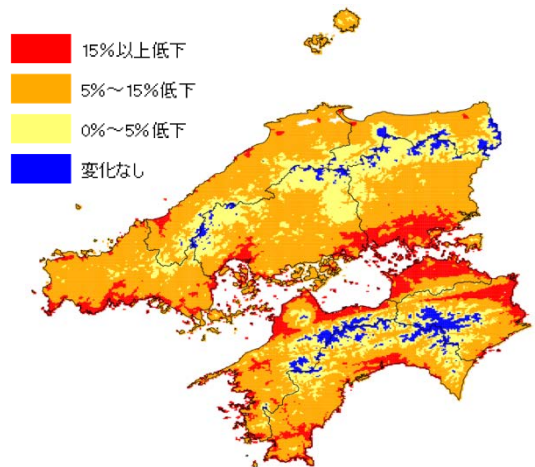
6 月（1981-2000 年）



6 月（2046-2055 年；RCP8.5）



7 月（1981-2000 年）



7 月（2046-2055 年；RCP8.5）

⁴⁴⁴ 23℃を 100 とした場合の日増体量の減少率を示します。

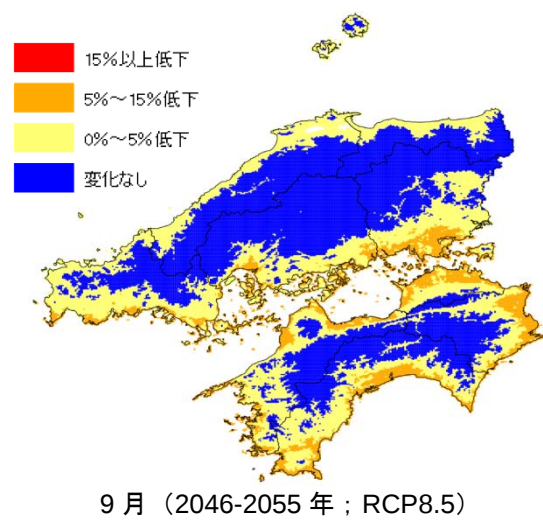
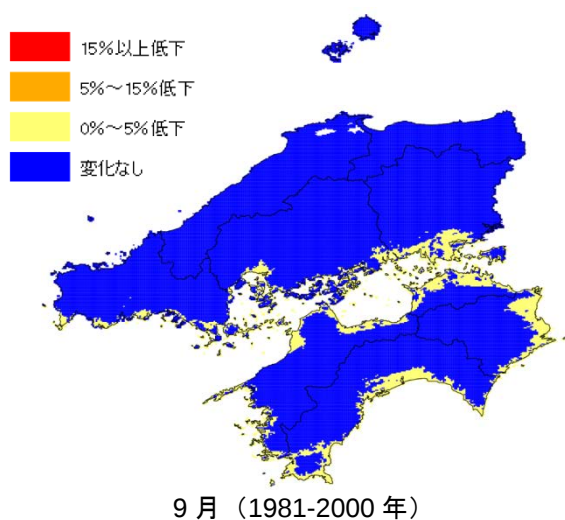
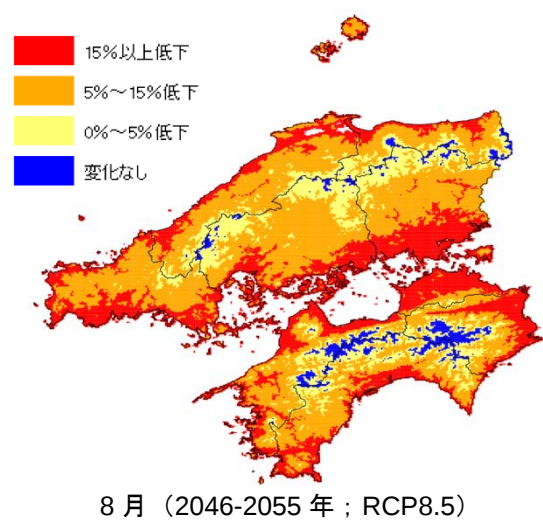
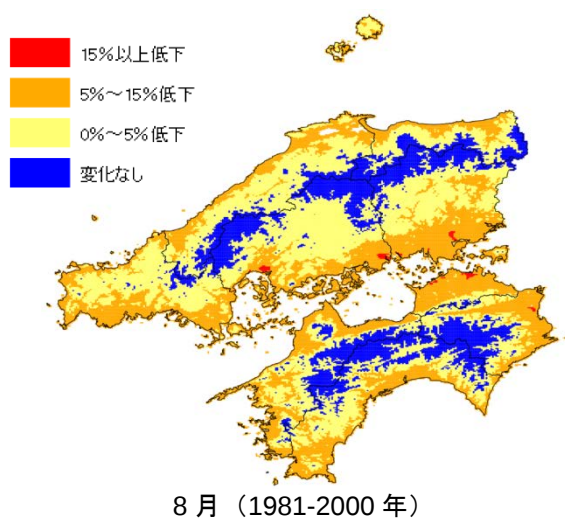


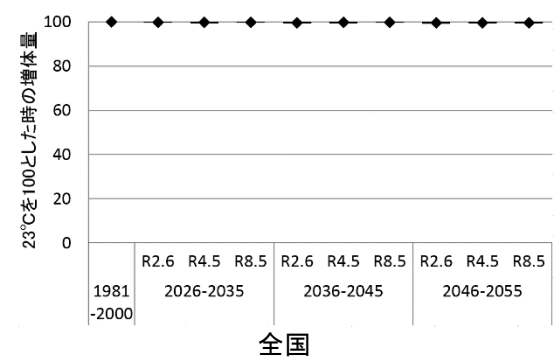
図 3.8-61 肉用豚の日増体量 (中国・四国地域)

図 3.8-62～図 3.8-65 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 3.8-3 を参照下さい。

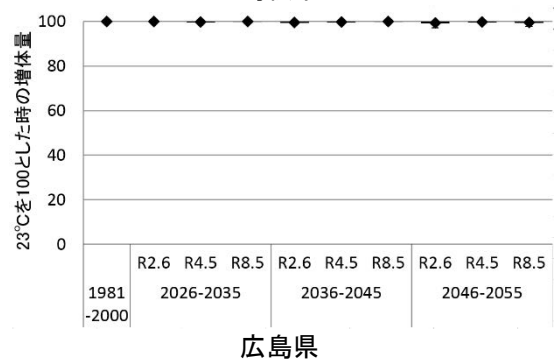
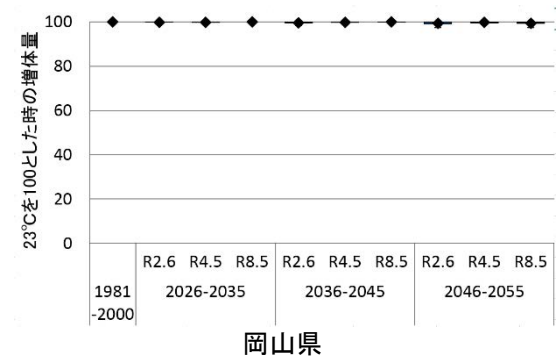
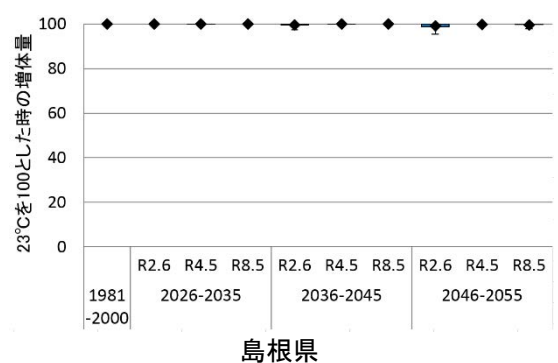
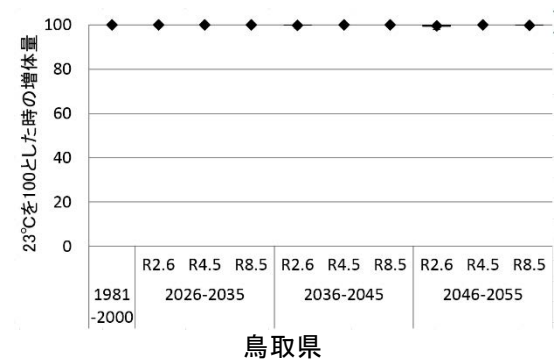
・ 6 月

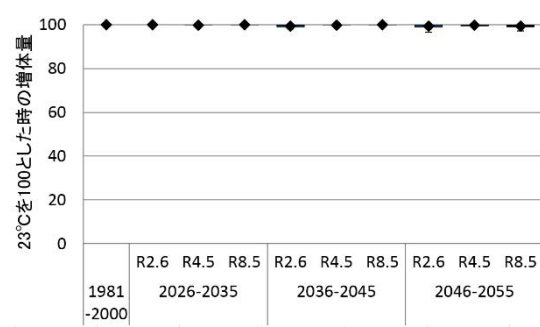
6 月においては日増体量の変化はほとんど見られません。

【全国】

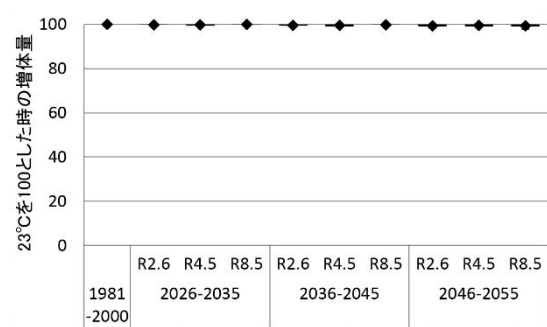


【中国・四国】

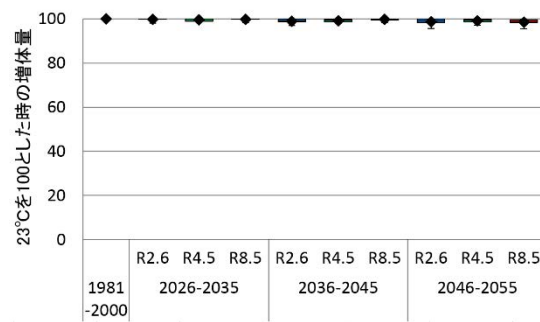




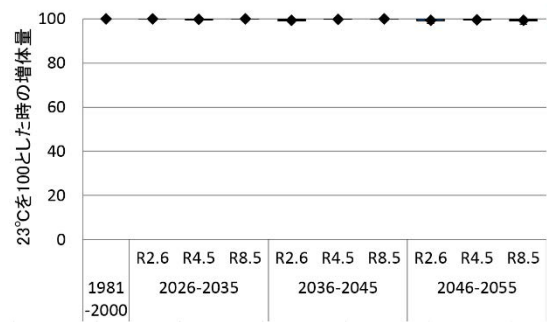
山口県



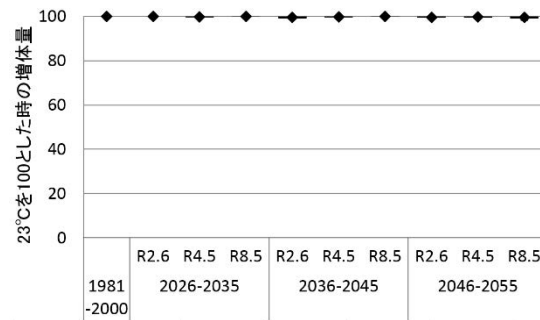
徳島県



香川県



愛媛県



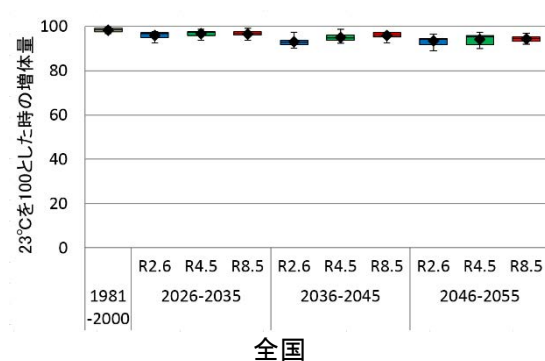
高知県

図 3.8-62 23°Cを100とした場合の日増体量（6月）の推移

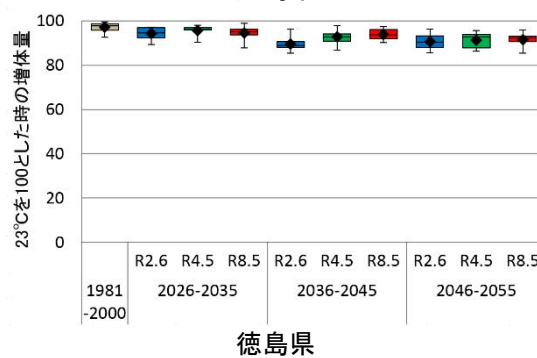
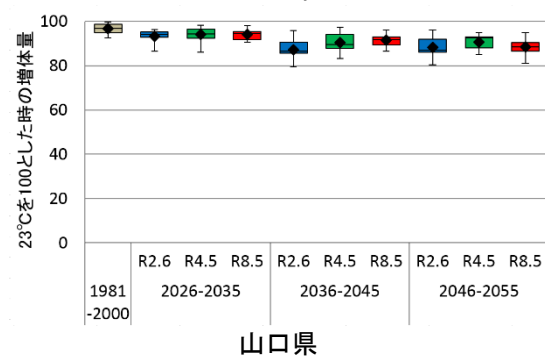
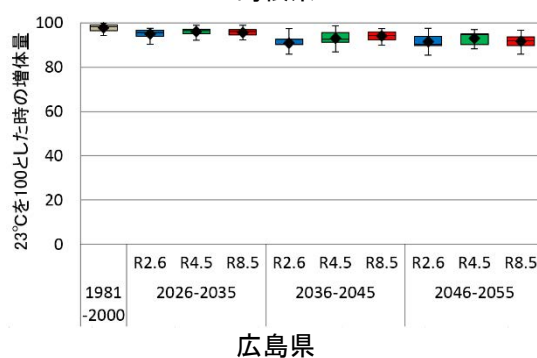
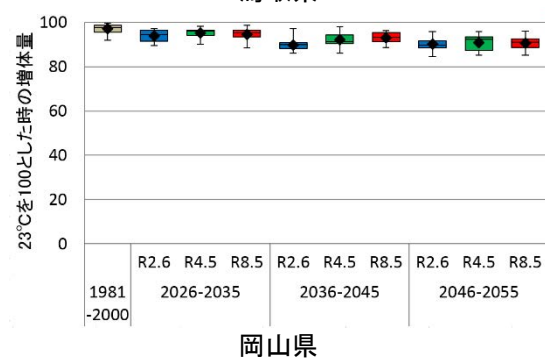
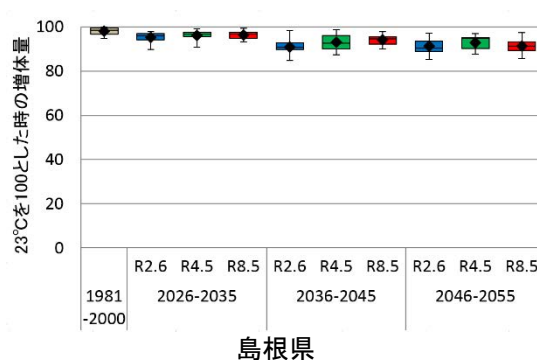
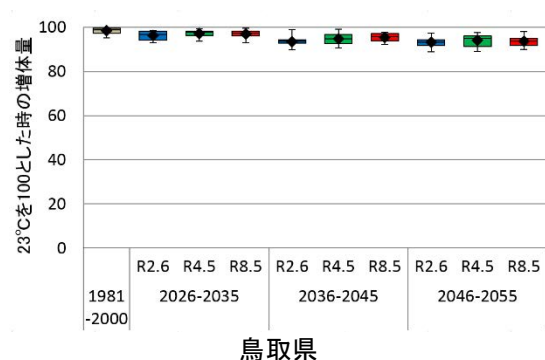
・7月

いずれの地域においても日増体量の低下が見られます。

【全国】



【中国・四国】



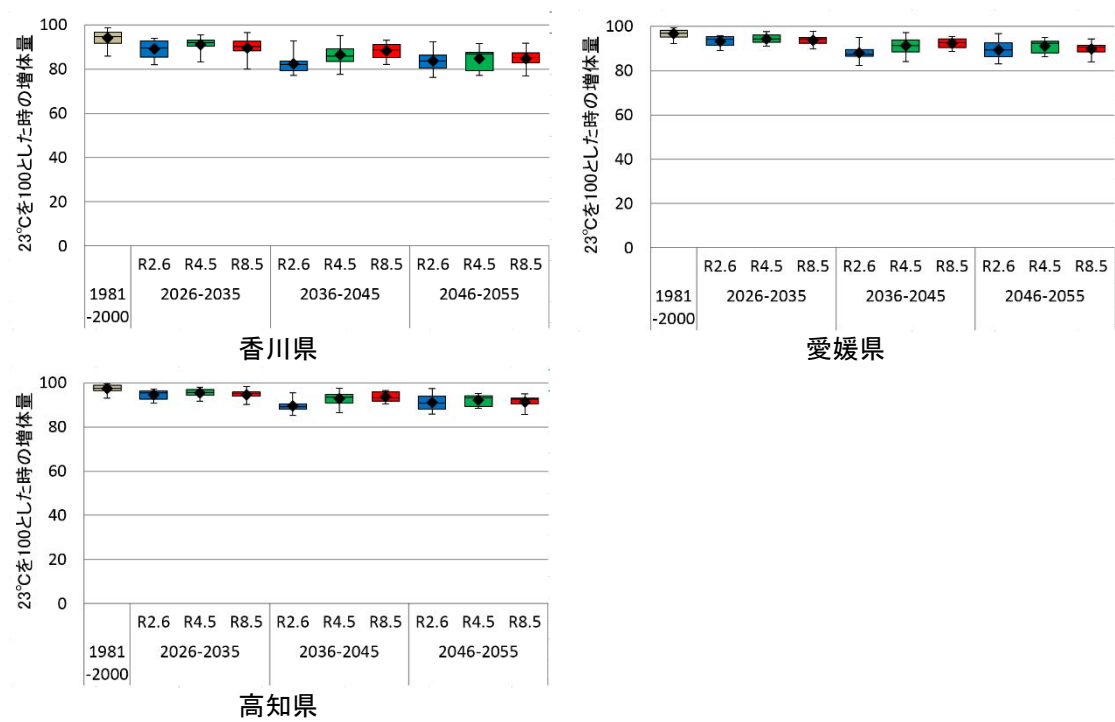
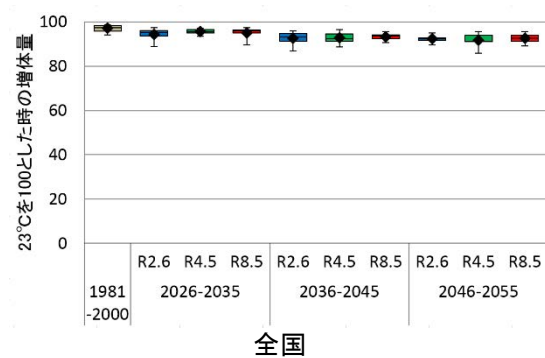


図 3.8-63 23°Cを100とした場合の日増体量（7月）の推移

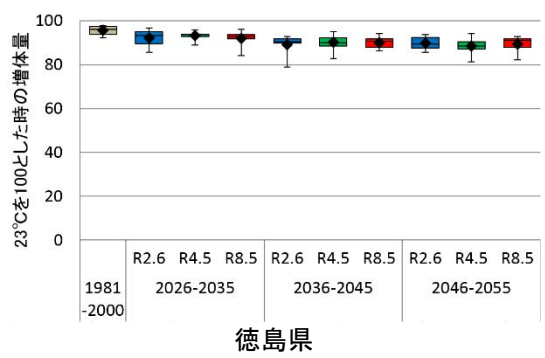
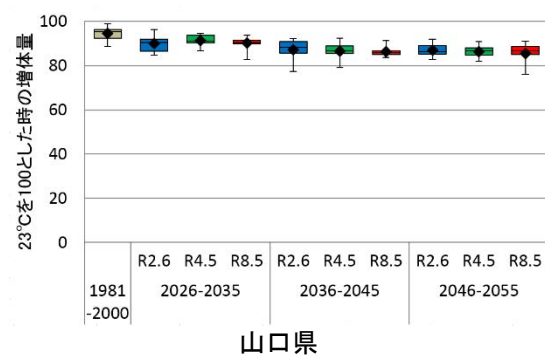
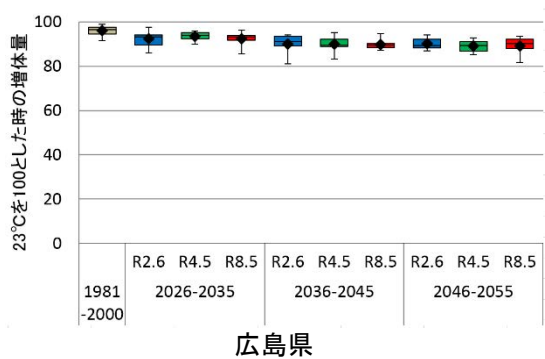
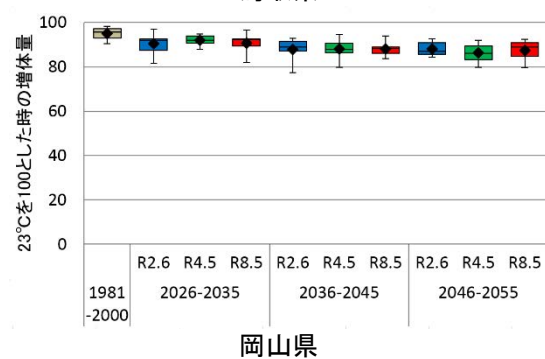
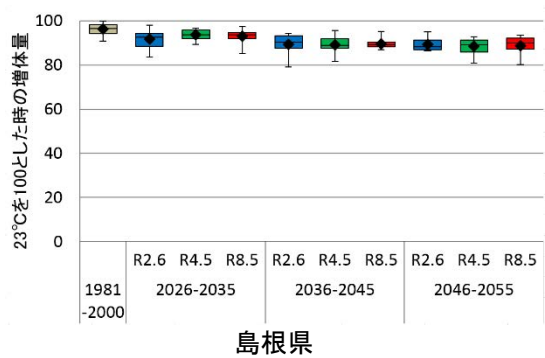
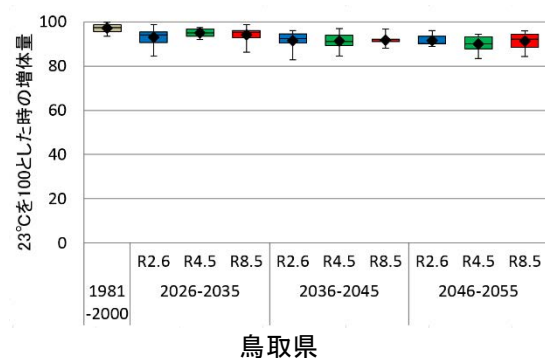
・8月

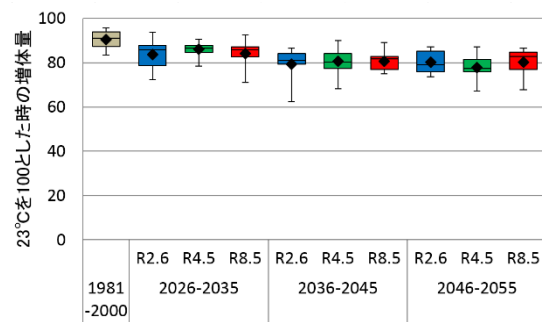
いずれの地域においても日増体量の低下が見られます。

【全国】

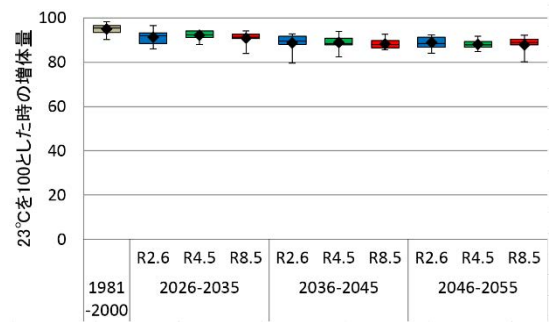


【中国・四国】

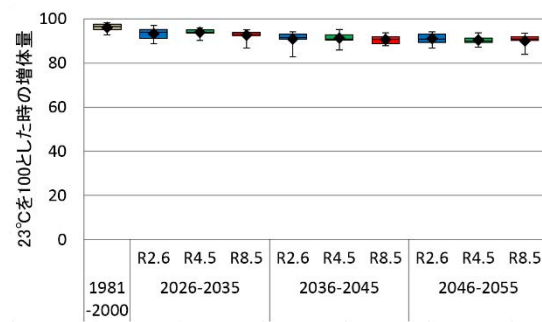




香川県



愛媛県



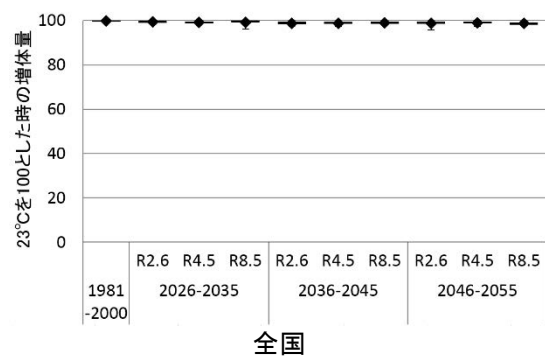
高知県

図 3.8-64 23°Cを100とした場合の日増体量（8月）の推移

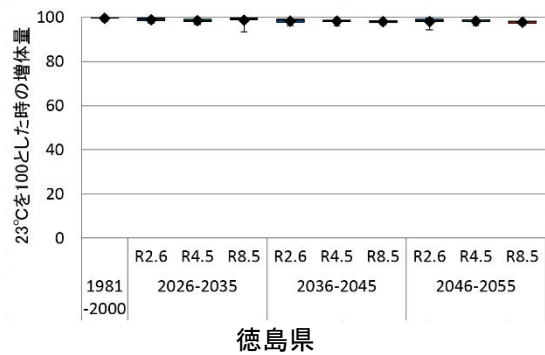
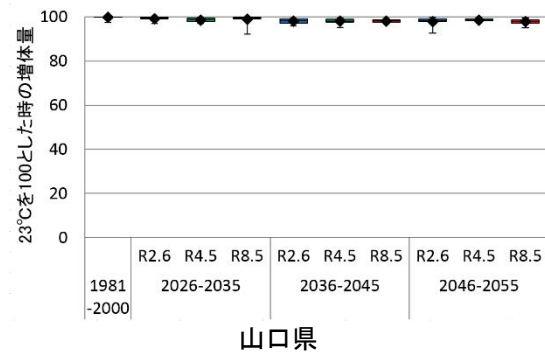
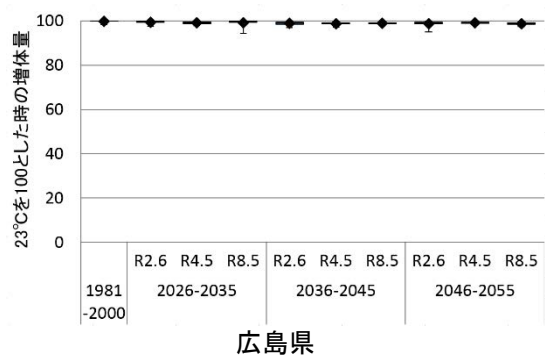
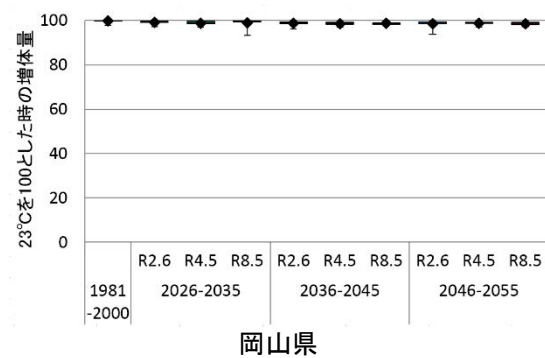
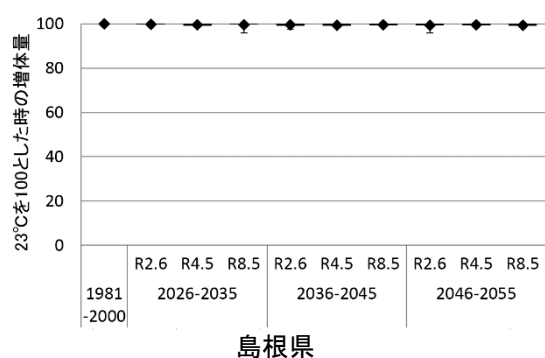
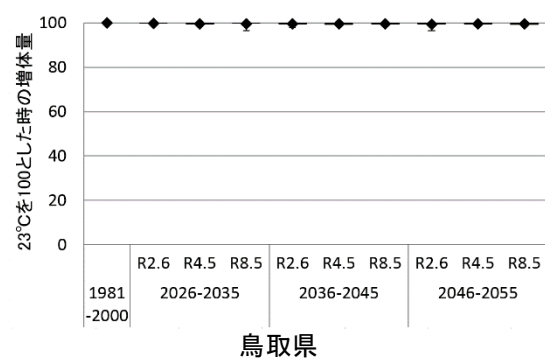
・9月

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】



【中国・四国】



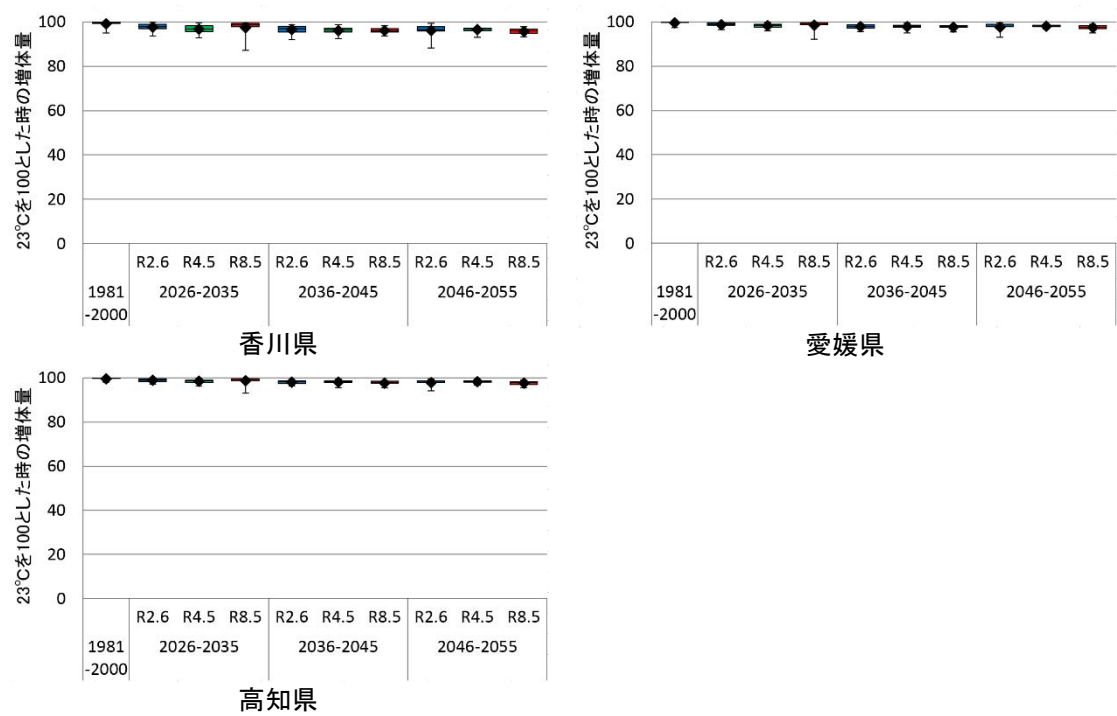
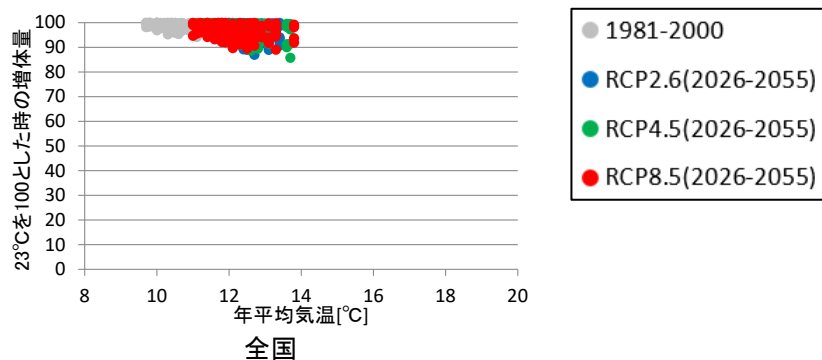


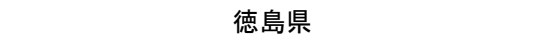
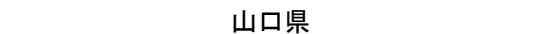
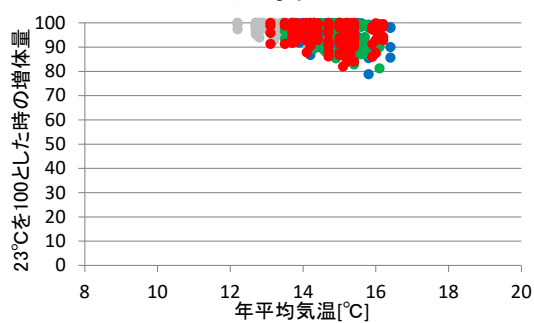
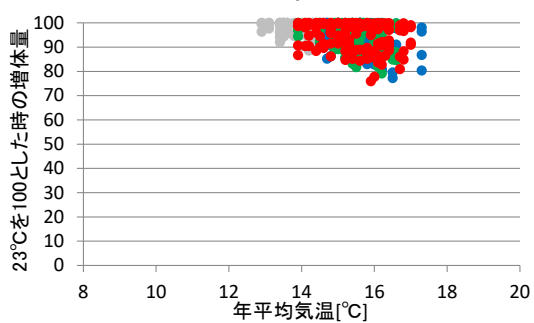
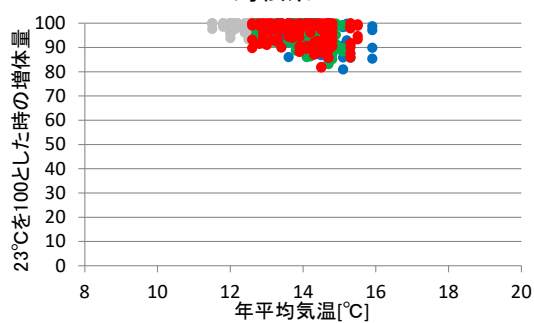
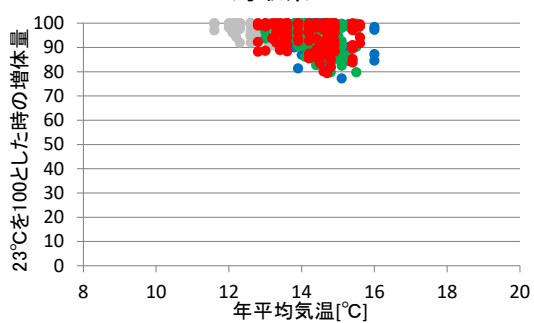
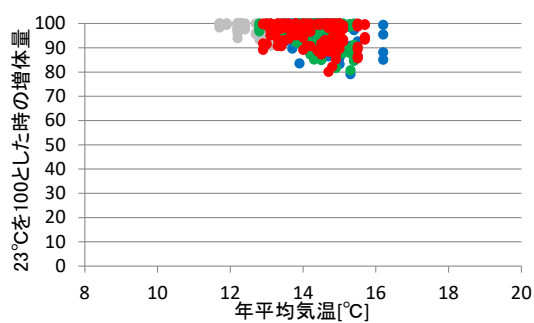
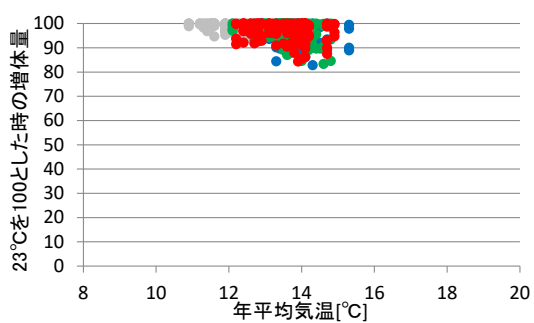
図 3.8-65 23°Cを100とした場合の日増体量（9月）の推移

図 3.8-66 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 23℃を 100 とした際の日増体量との相関を示します。

【全国】



【中国・四国】



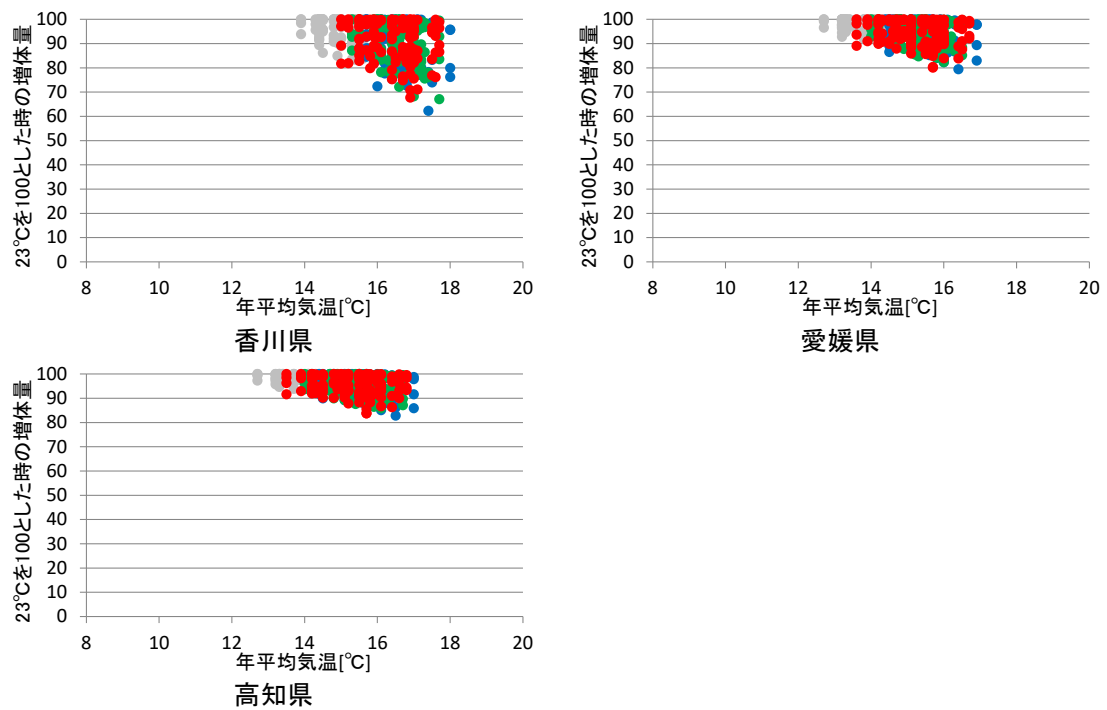


図 3.8-66 23°Cを100とした場合の日増体量（6~9月）と年平均気温の関係

(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

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、気候変動による鶏の影響として、採卵鶏については、疾病の発生、斃死、肉用鶏については疾病の発生、斃死、増体の低下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 3.8-14 に示す鶏への影響が経年的に報告されています。

表 3.8-14 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」や「卵重」の低下、「動物感染症」の増加、肉用鶏については「肉量」の低下、「動物感染症」の増加、「増体量」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、中国・四国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。

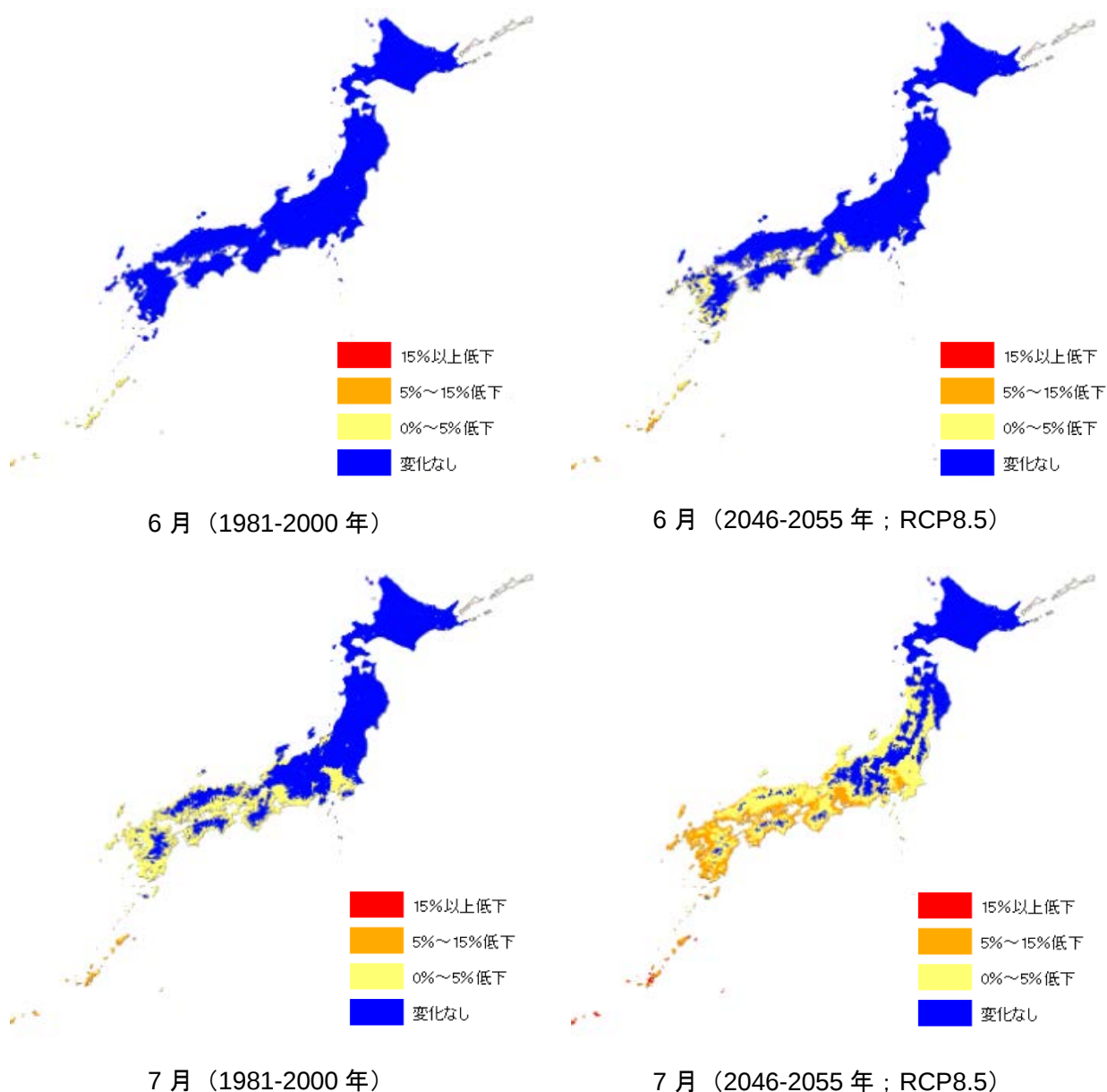
■ 日増体量

肉用鶏の増体量については山崎ら（2005）⁴⁴⁵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。

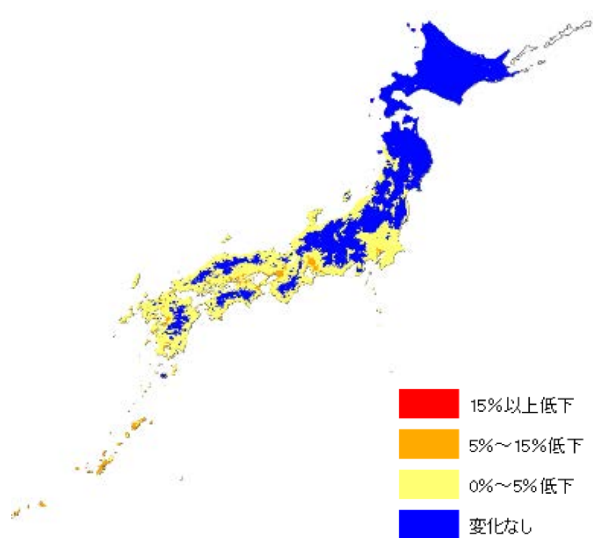
⁴⁴⁵ 山崎信・村上斉・中島一喜・阿部啓之・杉浦俊彦・横沢正幸・栗原光規（2005）：平均気温の変動から推定したわが国の鶏肉生産に対する地球温暖化の影響，日本畜産学会報，77（2），231-235

【全国】

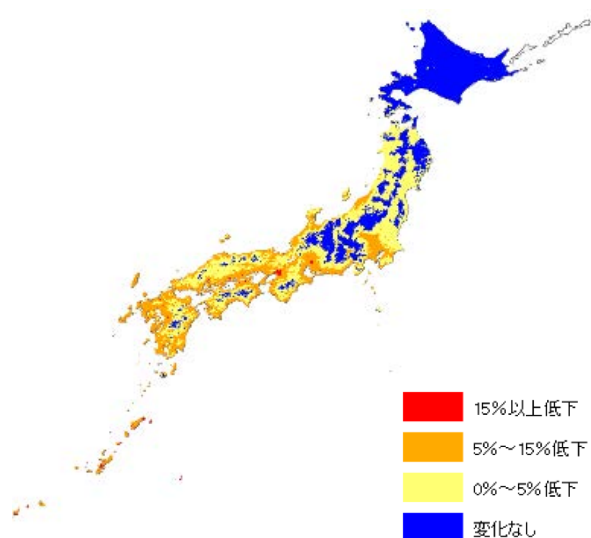
肉用鶏の日増体量の変化⁴⁴⁶について、2046-2055 年における RCP8.5 の場合の 6 月、7 月、8 月、9 月の結果を示します（図 3.8-67）。現在についてみると、7 月及び 8 月において西日本の沿岸部を中心に日増体量の低下が見られます。将来になるにつれて、日増体量の低下は、内陸部でも拡大するとともに、沿岸域では更なる日増体量の低下が予測されました。



⁴⁴⁶ 23℃を 100 とした場合の日増体量の減少率を示します。



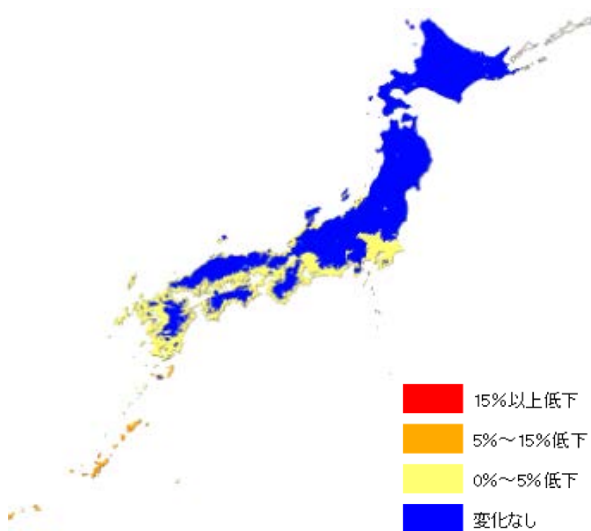
8 月 (1981-2000 年)



8 月 (2046-2055 年 ; RCP8.5)



9 月 (1981-2000 年)

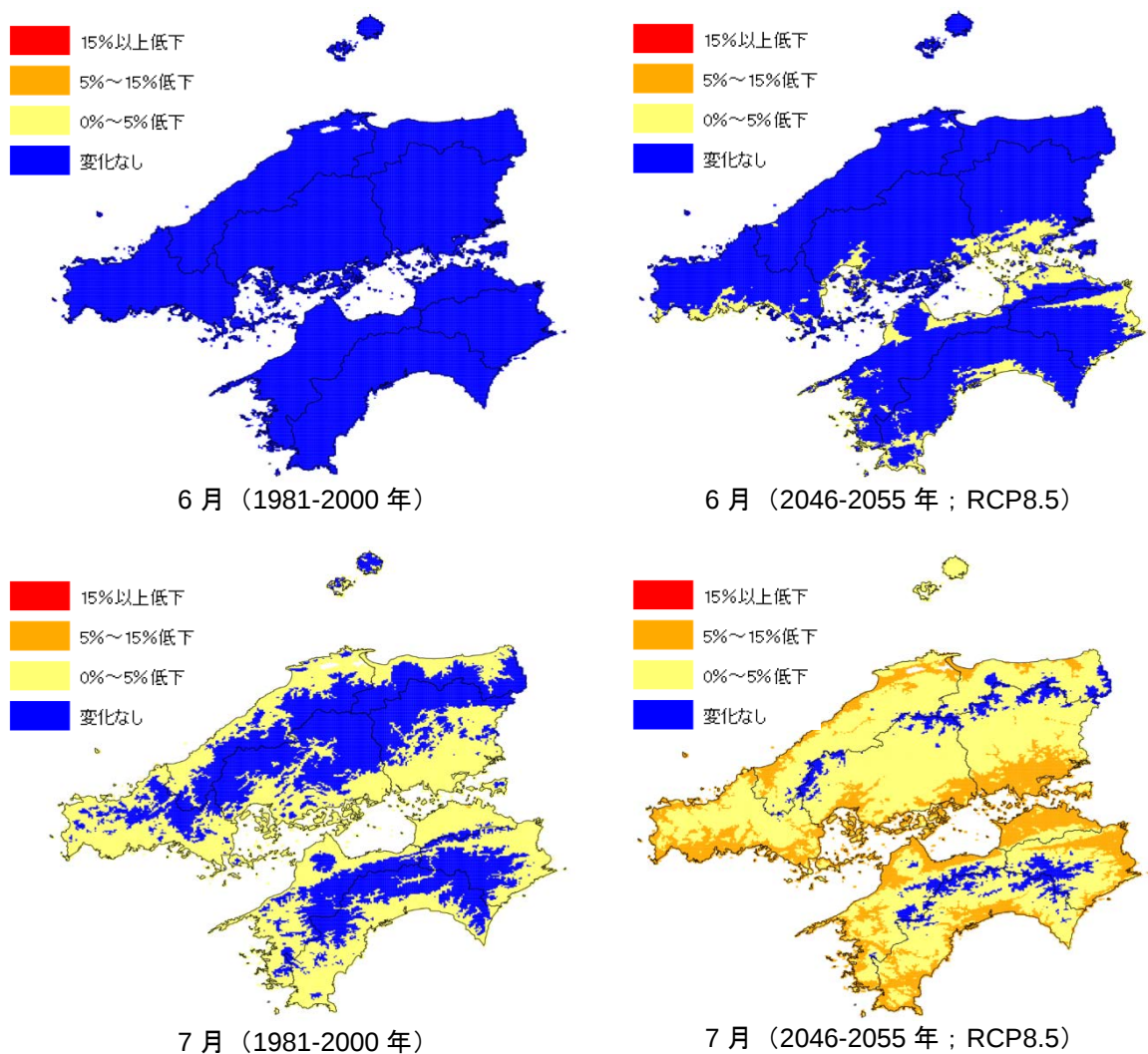


9 月 (2046-2055 年 ; RCP8.5)

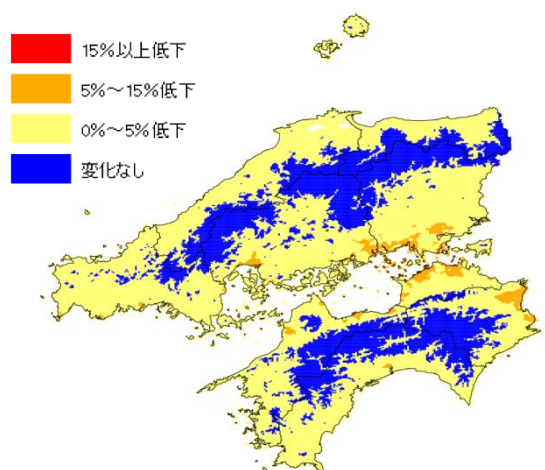
図 3.8-67 肉用鶏の日増体量

【中国・四国】

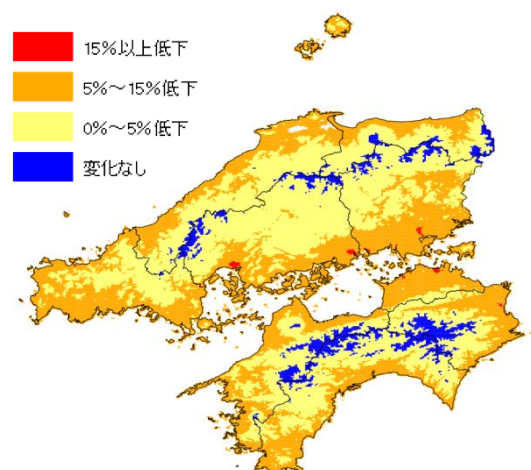
肉用鶏の日増体量の変化⁴⁴⁷について、2046-2055 年における RCP8.5 の場合の 6 月、7 月、8 月、9 月の結果を示します（図 3.8-68）。現在についてみると、特に 7 月及び 8 月において沿岸部を中心に日増体量の低下が見られます。将来になるにつれて、日増体量の低下は、内陸部でも拡大します。沿岸部では日増体量の低下が 5～15%の所もあります。



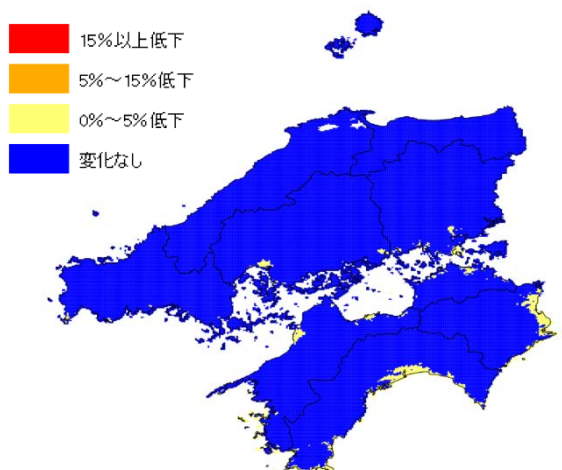
⁴⁴⁷ 23℃を 100 とした場合の日増体量の減少率を示します。



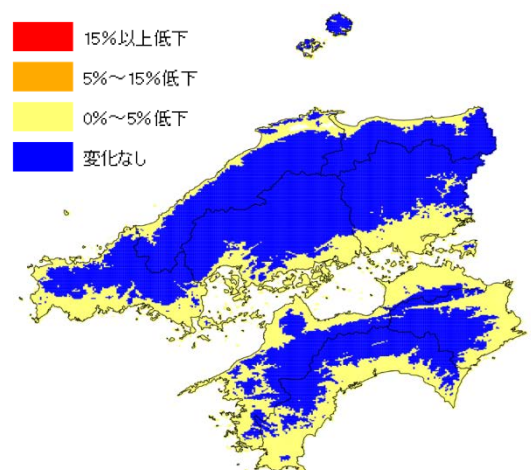
8 月 (1981-2000 年)



8 月 (2046-2055 年 ; RCP8.5)



9 月 (1981-2000 年)



9 月 (2046-2055 年 ; RCP8.5)

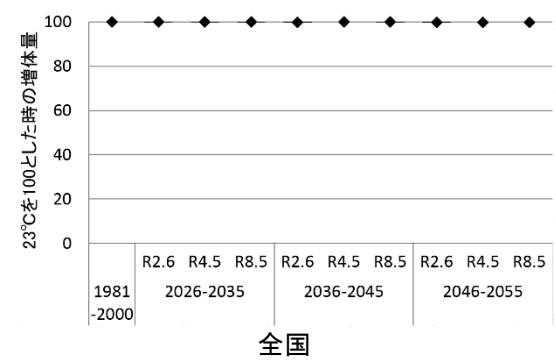
図 3.8-68 肉用鶏の日増体量 (中国・四国地域)

図 3.8-69～図 3.8-72 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 3.8-3 を参照下さい。

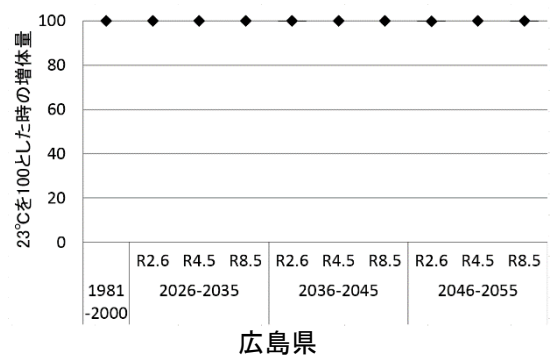
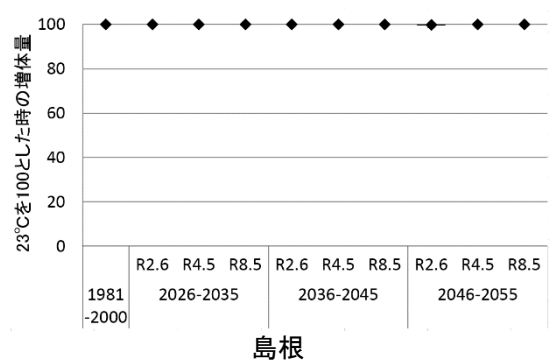
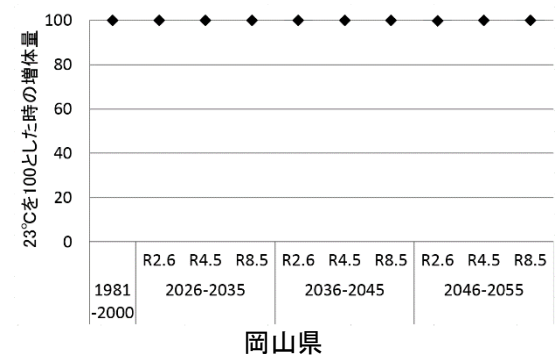
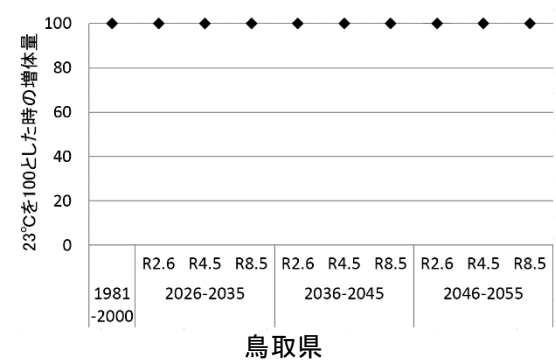
・ 6 月

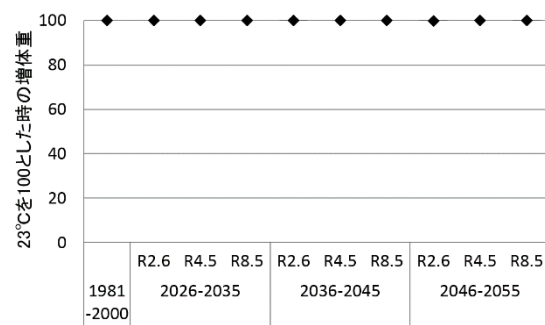
6 月においては日増体量の変化はほとんど見られません。

【全国】

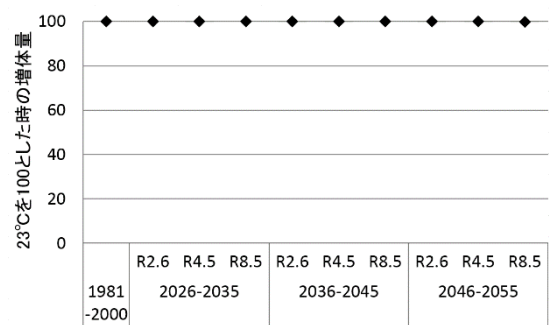


【中国・四国】

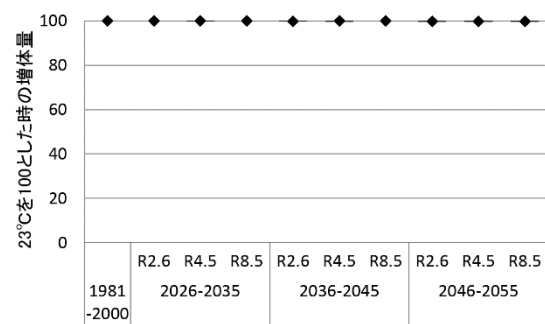




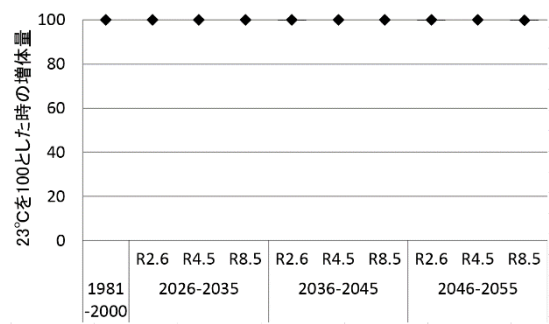
山口県



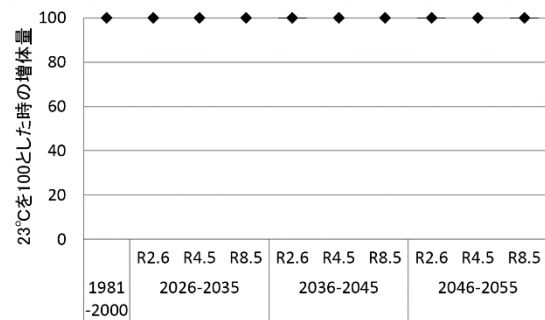
徳島県



香川県



愛媛県



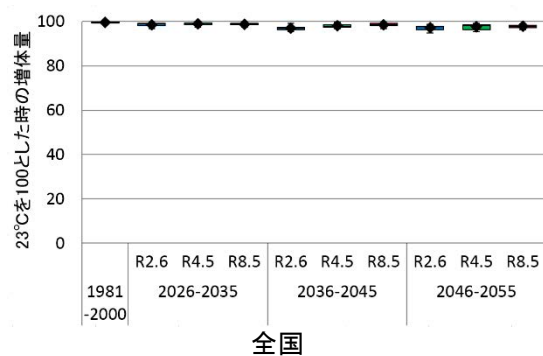
高知県

図 3.8-69 23°Cを100とした場合の日増体量（6月）の推移

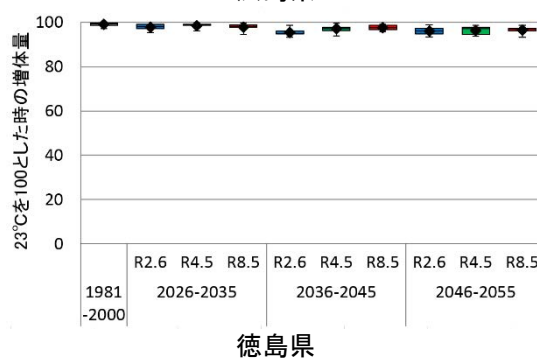
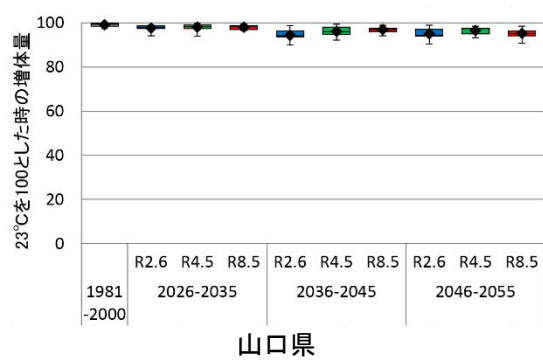
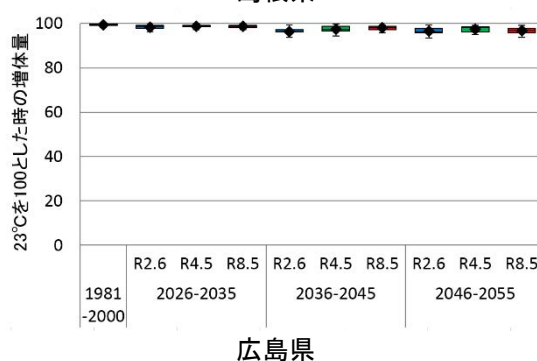
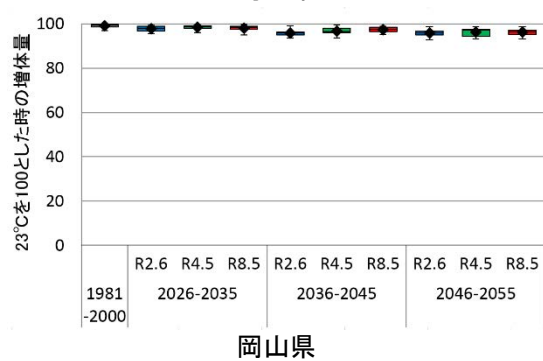
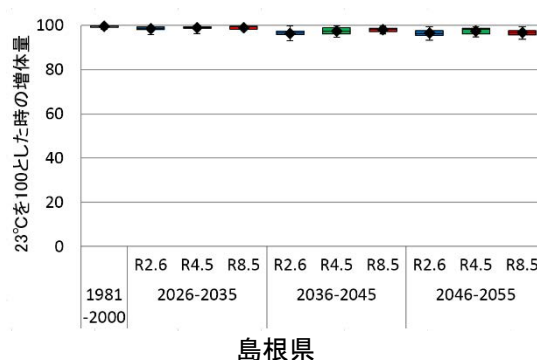
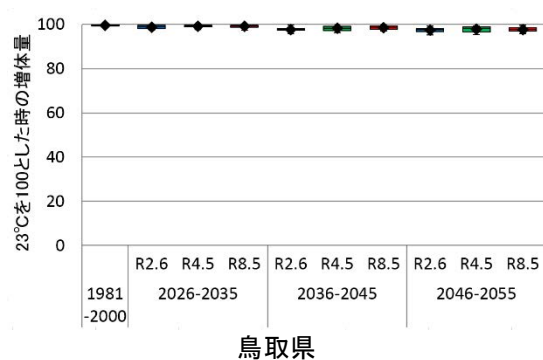
・7月

日増体量が現状維持か、もしくは低下が見られます。

【全国】



【中国・四国】



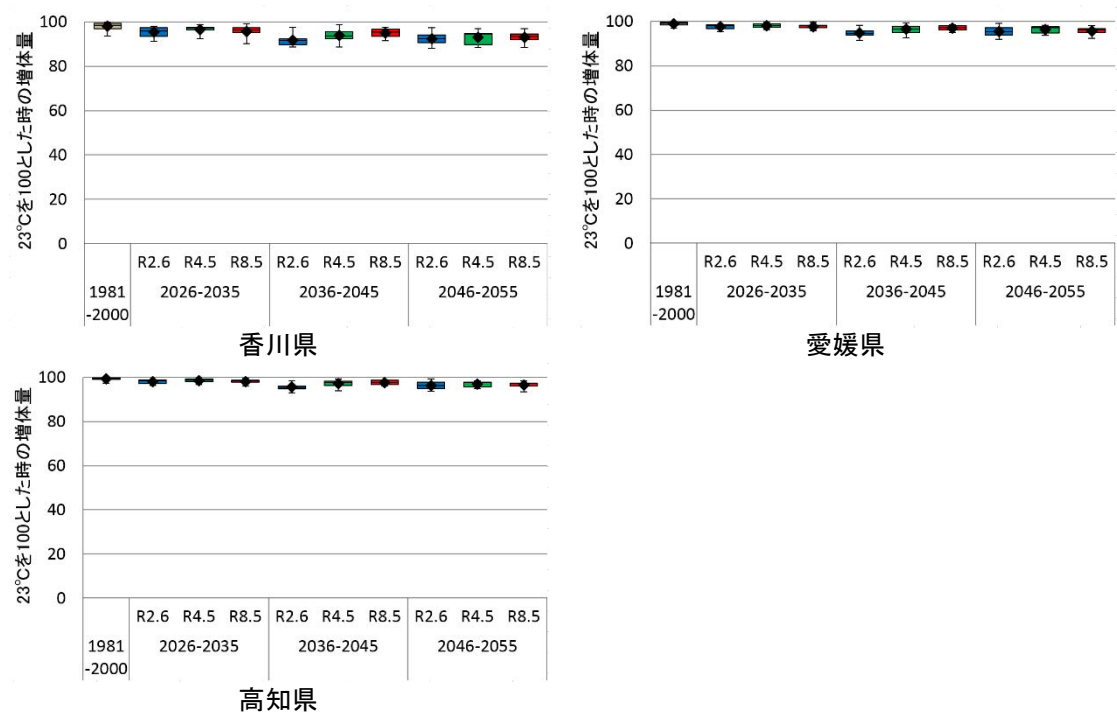
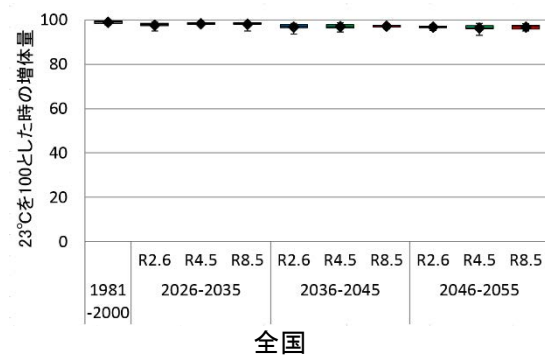


図 3.8-70 23°Cを100とした場合の日増体量（7月）の推移

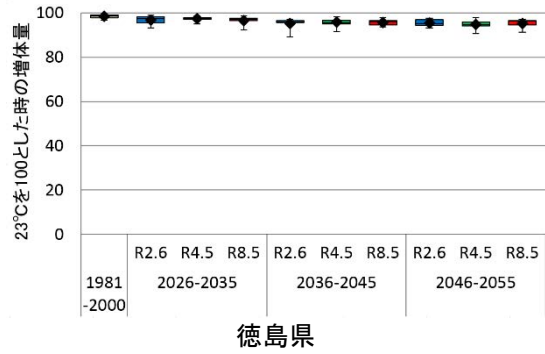
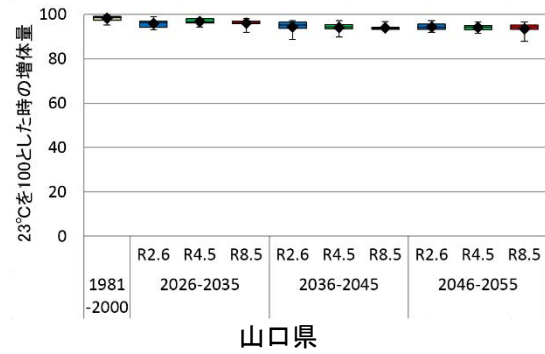
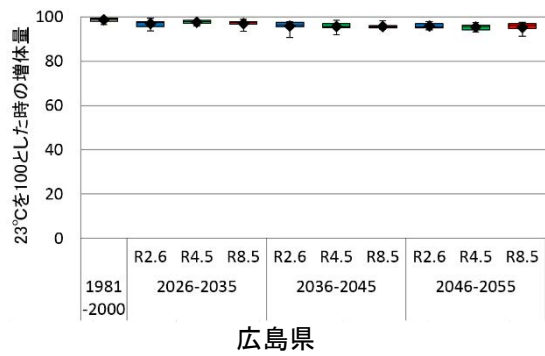
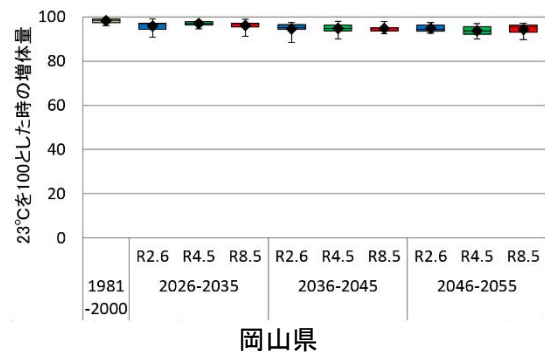
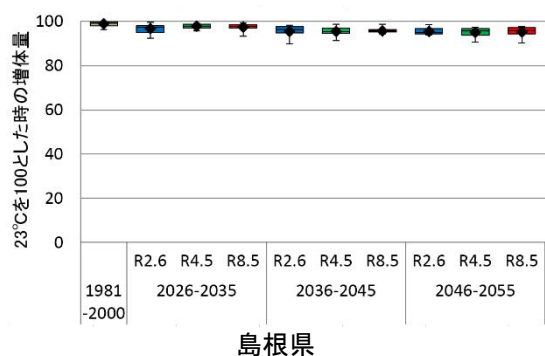
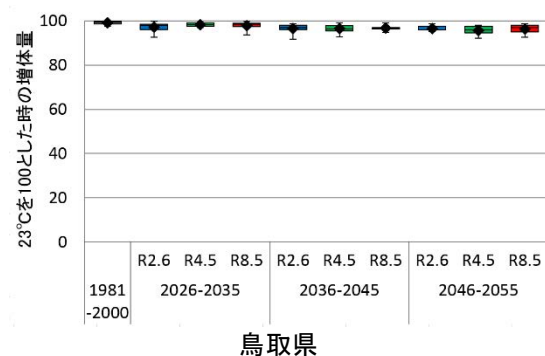
・8月

日増体量が現状維持か、もしくは低下が見られます。

【全国】



【中国・四国】



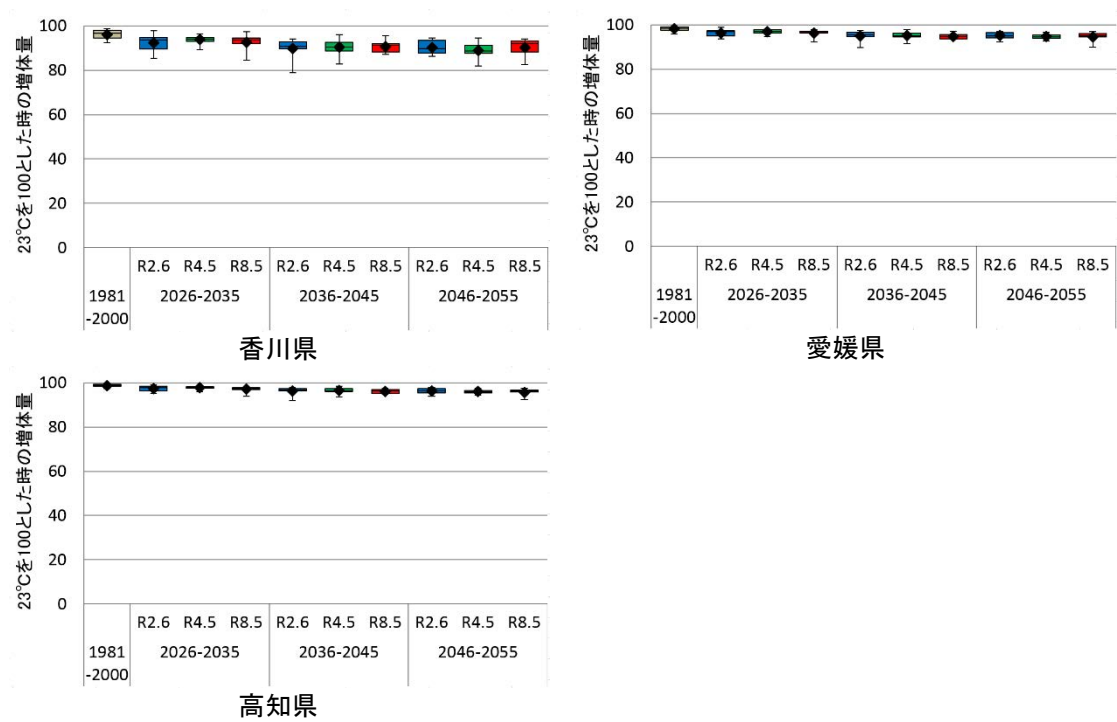
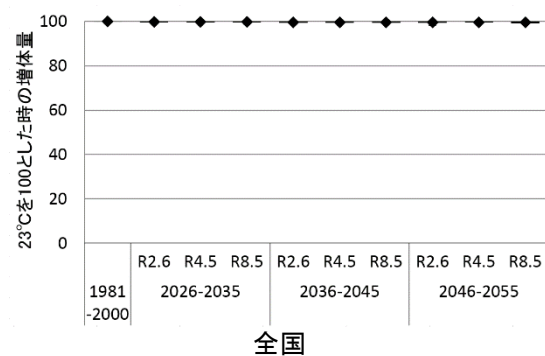


図 3.8-71 23°Cを100とした場合の日増体量（8月）の推移

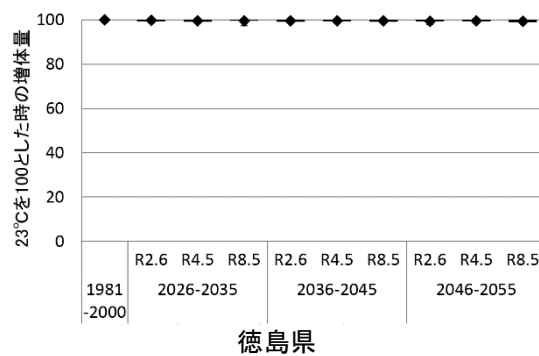
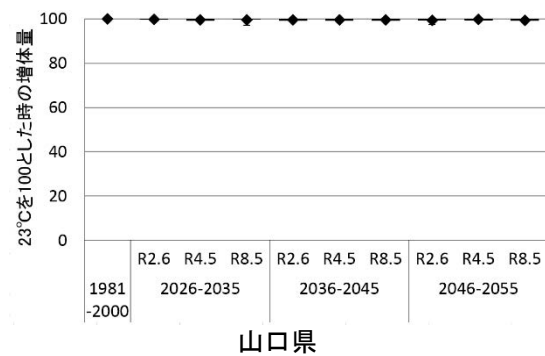
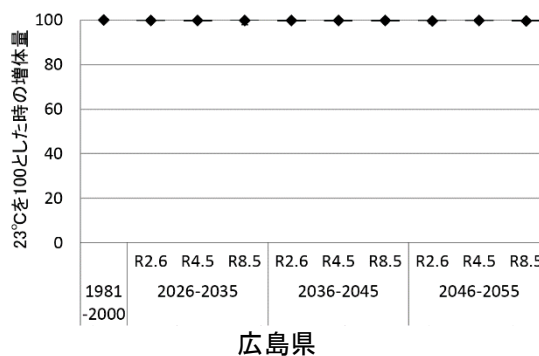
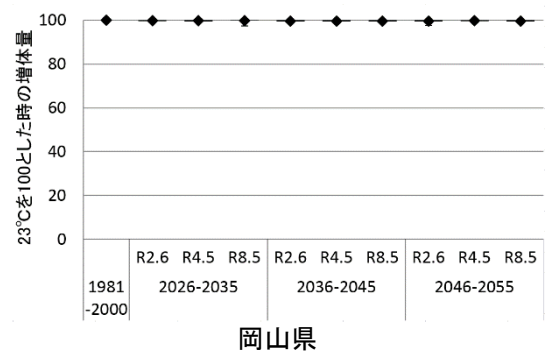
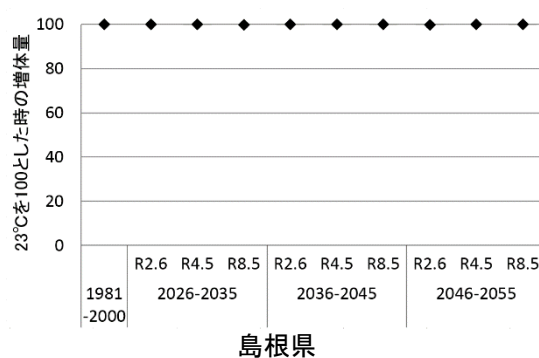
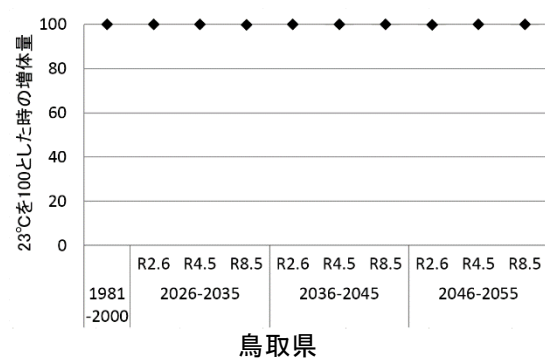
・9月

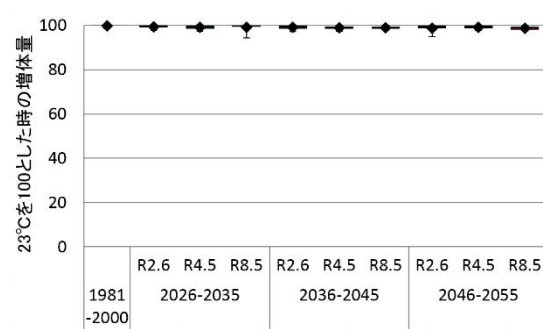
9月においては日増体量の変化はほとんど見られません。

【全国】

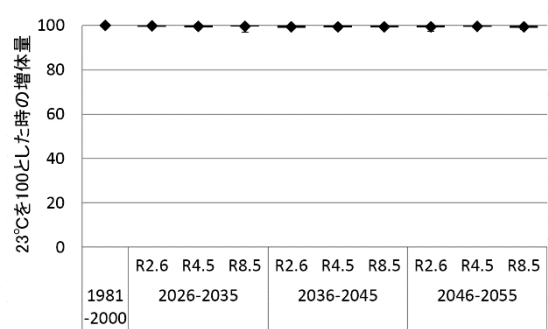


【中国・四国】

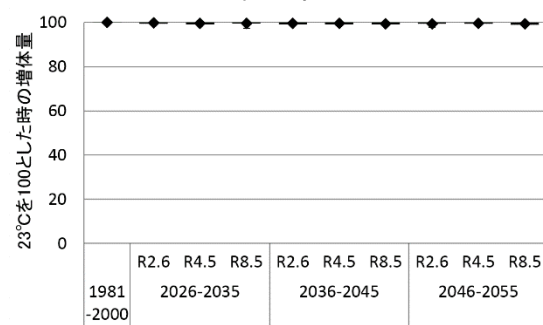




香川県



愛媛県

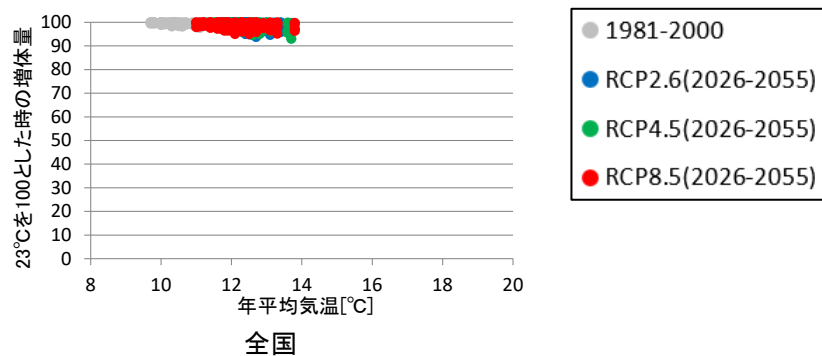


高知県

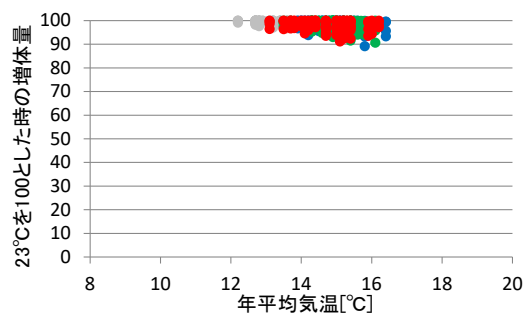
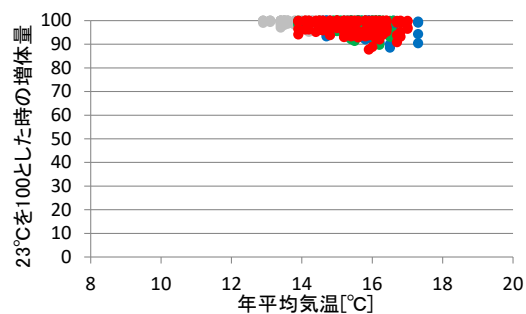
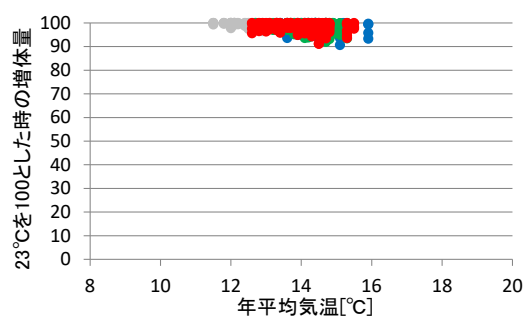
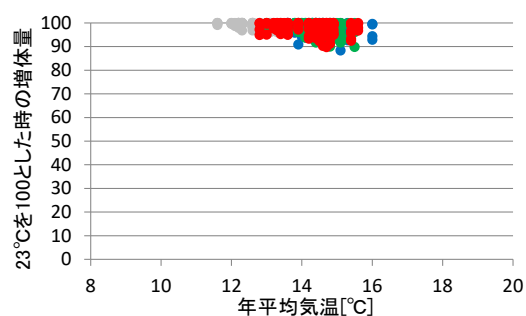
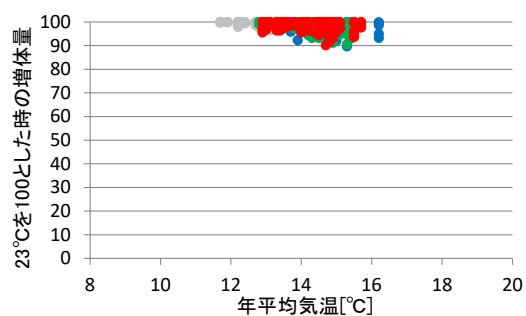
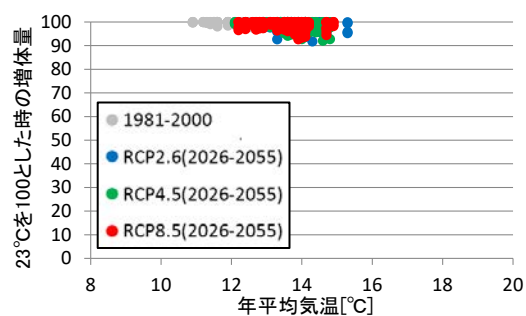
図 3.8-72 23°Cを100とした場合の日増体量（9月）の推移

図 3.8-73 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 23℃を 100 とした際の日増体量との相関を示します。

【全国】



【中国・四国】



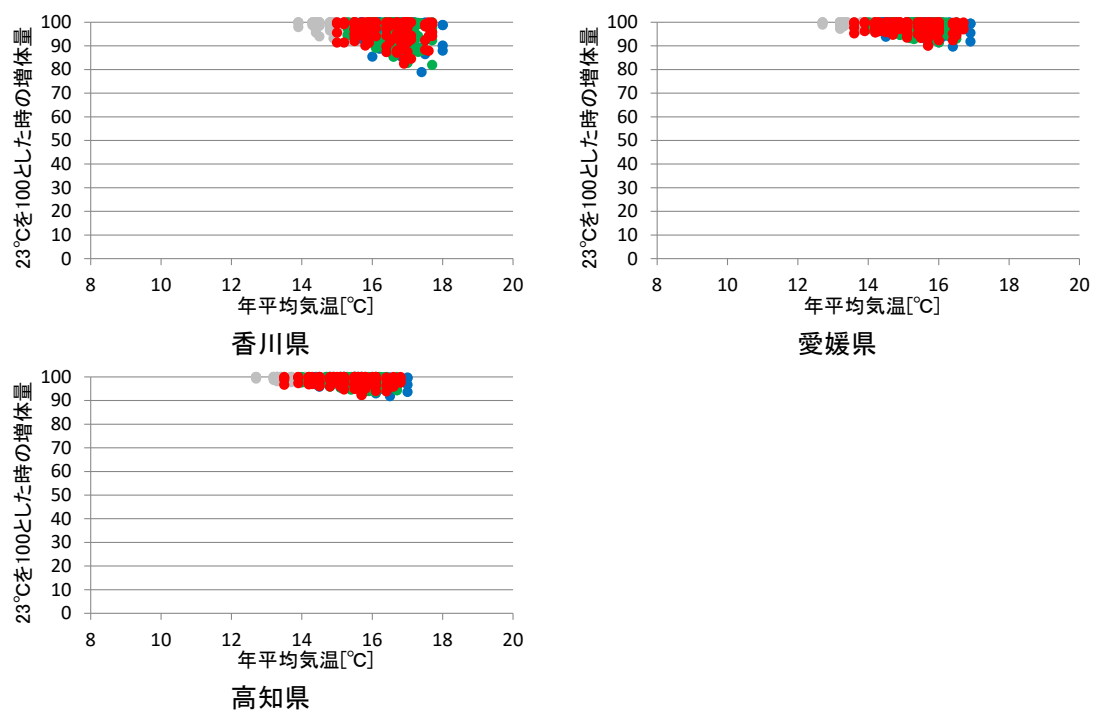


図 3.8-73 23°Cを100とした場合の日増体量（6~9月）と年平均気温の関係

(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。

3.8.4.2 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、現状では気候変動による影響は報告されませんでした。

(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、「農業用水量」の変化や、「ため池」等の「農業施設」への豪雨の増加による影響の情報提供が求められています。ここでは、「農業用水」や排水路等の「農業施設」、「ため池」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⁴⁴⁸。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

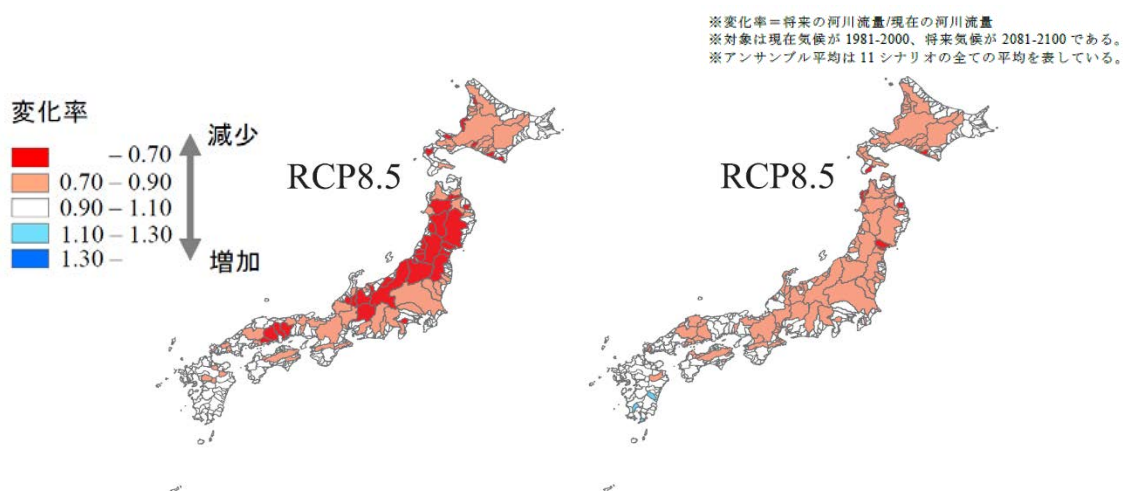
「農業用水」に対する影響については、Kudo et al (2017)⁴⁴⁹による研究があります。ここでは当該結果について記載します。

⁴⁴⁸ 気象庁 (2017) : 地球温暖化予測情報 第9巻

⁴⁴⁹ 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

【全国】

この研究では、2081-2100 年を対象に、5 つの GCM⁴⁵⁰ と 3 つの RCP シナリオ⁴⁵¹ 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⁴⁵² と（2）10 年確率出穂期半旬平均流量⁴⁵³ が評価されています（図 3.8-74、図 3.8-75）。（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。



(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 3.8-74 農業水利用に対する全国影響評価マップ

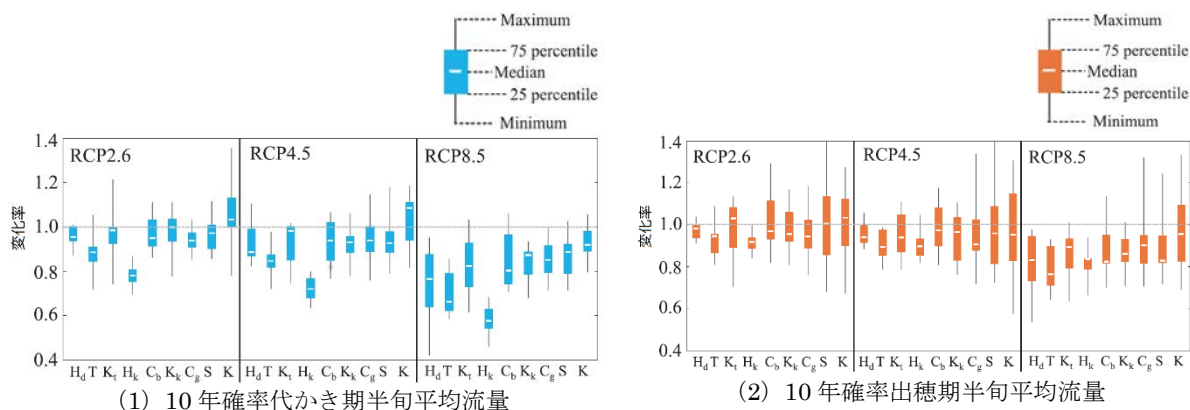


図 3.8-75 評価指標による不確実性の差（11 の気候シナリオの幅）

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

⁴⁵⁰ MIROC5、CSIRO-Mk3-6-0、HadGEM2-ES、CNRM-CM5、MRI-CGCM

⁴⁵¹ RCP2.6、RCP4.5、RCP8.5

⁴⁵² 代かき期の期間の半旬（5 日）平均流量の 10 年確率値。

⁴⁵³ 出穂期の期間の半旬（5 日）平均流量の 10 年確率値。

■ 農業施設（排水路等）

排水路等の「農業施設」に対する影響については、Kudo et al. (2017)⁴⁵⁴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 GCM⁴⁵⁵と 3 つの RCP シナリオ⁴⁵⁶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⁴⁵⁷が評価されています(図 3.8-76、図 3.8-77)。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。

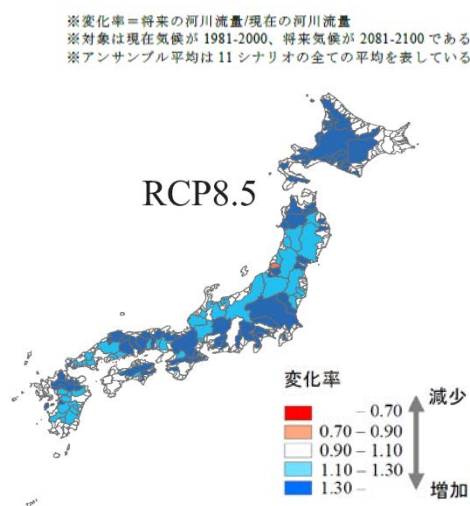


図 3.8-76 河川流量に対する全国影響評価マップ（10 年確率日流量）

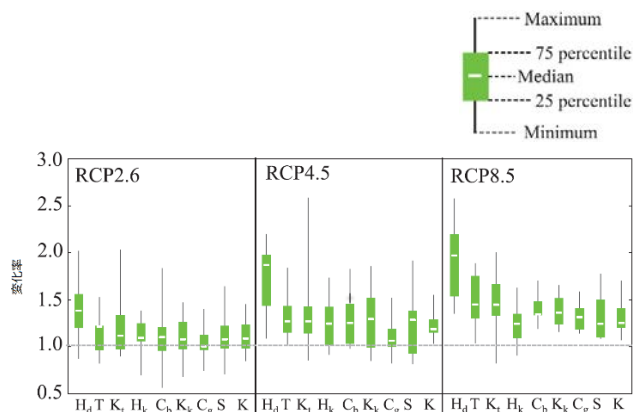


図 3.8-77 評価指標による不確実性の差
Hd：北海道、T：東北、Kt：関東、Hk：北陸、Cb：中部、Kk：近畿、Cg：中国、S：四国、K：九州

⁴⁵⁴ 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

⁴⁵⁵ MIROC5、CSIRO-Mk3-6-0、HadGEM2-ES、CNRM-CM5、MRI-CGCM

⁴⁵⁶ RCP2.6、RCP4.5、RCP8.5

⁴⁵⁷ 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。

■ ため池

「ため池」に対する影響には、佐藤（2015）⁴⁵⁸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、2041-2060 年、2081-2100 年を対象に、2つの GCM⁴⁵⁹と2つの RCP シナリオ⁴⁶⁰を用いて、ため池の災害や管理に関する3つの指標（被災指標値、管理指標値、被災率）が検討されています（図 3.8-78）。

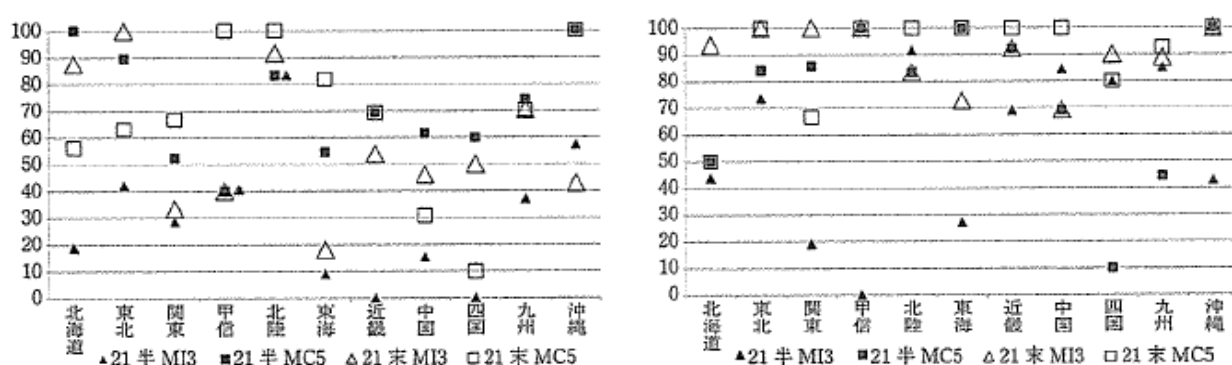


図 3.8-78 被災率による将来リスクが高まる地域割合（％）

（左：50 年降雨 RCP2.6，右：50 年降雨 RCP8.5）⁴⁶¹

(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。

⁴⁵⁸ 佐藤俊典（2015）：将来の気候変動がため池に及ぼす影響予測の事例報告，農業農村工学会誌（水土の知），82(9)，3-6

⁴⁵⁹ MIROC5、MRI-CGCM3

⁴⁶⁰ RCP2.6、RCP8.5

⁴⁶¹ 21 半：21 世紀半ば、21 末：21 世紀末；MC5：MIROC5、MI3：MRI-CGCM3

3.8.4.3 森林・林業

(1) 人工林

① スギ林

(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へのアンケート結果によると、「生育適域」の変化、「鳥獣害」「病虫害」の増加等に関する影響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、中国・四国地域を含んで定量的に影響評価が実施されているのはスギ林の「生育適域」のみに留まります。ここでは、スギ林の「生育適域」に関する将来の影響を示します。

■ 生育適域

気候変動に伴う乾燥化により、人工林であるスギ林の衰退が危惧されます。スギ林の「生育適域」については、松本ら（2001）⁴⁶²による研究があります。この研究では、気温及び降水量をもとに雨量係数（ $RI = \text{降水量} / \text{気温}$ ）を計算し、生育適域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生育適域の影響評価を実施しました。

【全国】

雨量係数（ RI ）が小さいほど乾燥化によりスギ林の衰退が危惧されます。 RI が 110 を下回る地域は成長量の低下や衰退が発生する可能性が高くなります。 RI が 80 を下回る地域はスギ林の衰退が顕著に発生する可能性が高くなります（図 3.8-79）。なお、スギの生育適地について、スギの植林の分布北限は道南地方までであるため、それ以北はスギの生育は存在しません。なお、下図では現在スギが生育している地点のみを対象としています⁴⁶³。

⁴⁶² 松本洋介ら（2001），地球温暖化による生物圏の脆弱性の評価に関する研究（3）森林生態系の脆弱性評価に関する研究④人工林生態系の脆弱性評価，環境省地球環境研究総合推進費 平成13年度終了研究課題 Report（<https://www.env.go.jp/earth/suishinhi/wise/j/pdf/J01B1134.pdf>）

⁴⁶³ H28年度検討委員会等のご議論に基づき、環境省生物多様性センター

（<http://gis.biodic.go.jp/webgis/sc-025.html?kind=vg>）にて公開されている、現状における「スギ・ヒノキ・サワラ植林」が分布している箇所のみを評価の対象としています。

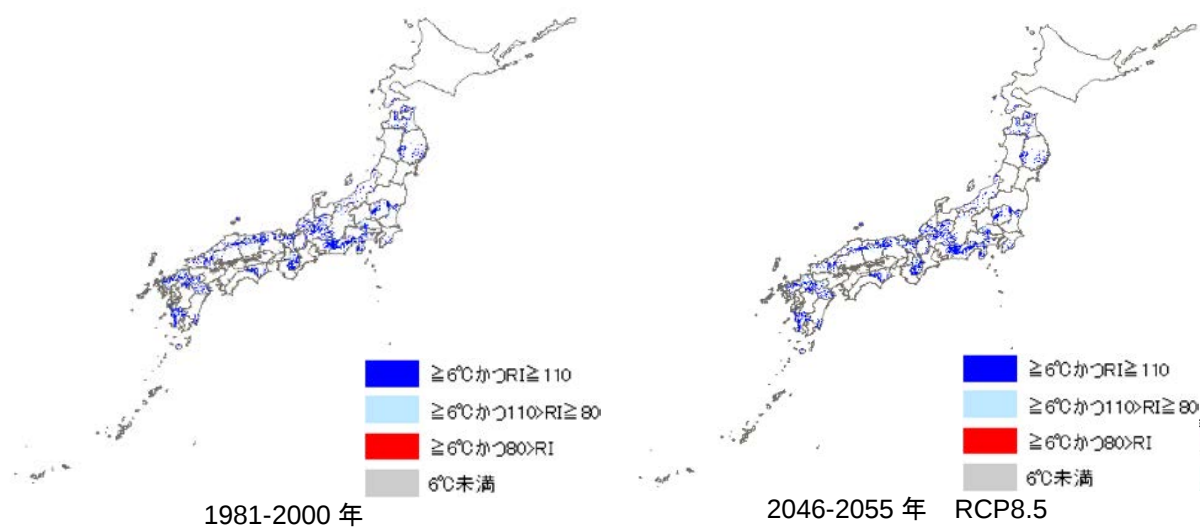


図 3.8-79 スギ林の生育適域

【中国・四国】

現在と 2050 年を比較すると雨量係数（RI）の顕著な変化は見られません（図 3.8-80）。

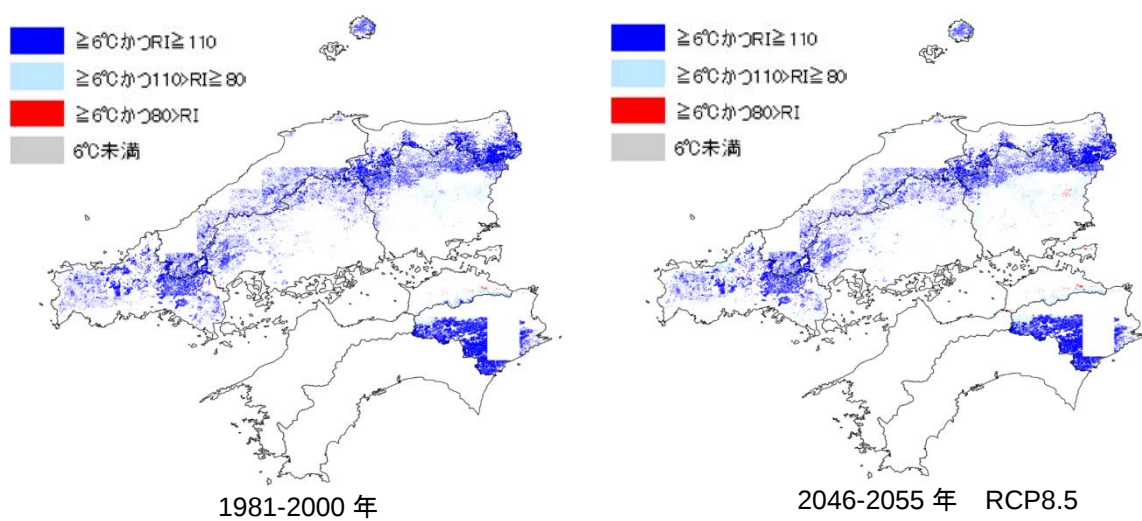


図 3.8-80 スギ林の生育適域（中国・四国地域）

（ウ）適応策

スギ林の適応策を含み、人工林への影響に対する適応策については § 5.4.1 を参照下さい。

② マツ林（アカマツ）

（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、気候変動によるマツ林への影響として、病虫害の発生による影響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、「松くい虫被害（マツ枯れ）量」、「生育適地」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、中国・四国地域を含んで定量的に影響評価が実施されているのは「マツ枯れ」のみに留まります。ここでは、「マツ枯れ危険域」に関する将来の影響を示します。

■ マツ枯れ危険域

マツ枯れ（マツ材線虫病）については、温暖化影響総合予測プロジェクトチーム（2009）⁴⁶⁴による研究があります。この研究では、気温情報をもとに MB 指数 ⁴⁶⁵ という指標を算定し、その値をもとにマツ枯れの危険度に関する影響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マツ枯れの危険度の影響評価を実施しました。

⁴⁶⁴ 温暖化影響総合予測プロジェクトチーム（2009）：S-4 温暖化の危険な水準及び温室効果ガス安定化レベル検討のための温暖化影響の総合的評価に関する研究 第2回報告書 地球温暖化「日本への影響」-長期的な気候安定化レベルと影響リスク評価-，国立環境研究所 HP

⁴⁶⁵ MB 指数：1年間の中で月の平均気温が 15℃を超える月の平均気温から 15℃を差し引いた残差を累積して得た値。

【全国】

マツ枯れ危険地域が 2050 年（RCP8.5）に内陸部に向けて拡大しています（図 3.8-81）。
 なお、マツ枯れ被害の発症リスクが高いとされるクロマツとアカマツの天然分布北限はそれぞれ青森県と北海道（函館周辺）であるため、北海道のそれ以外の部分についてはリスクは低くなります。

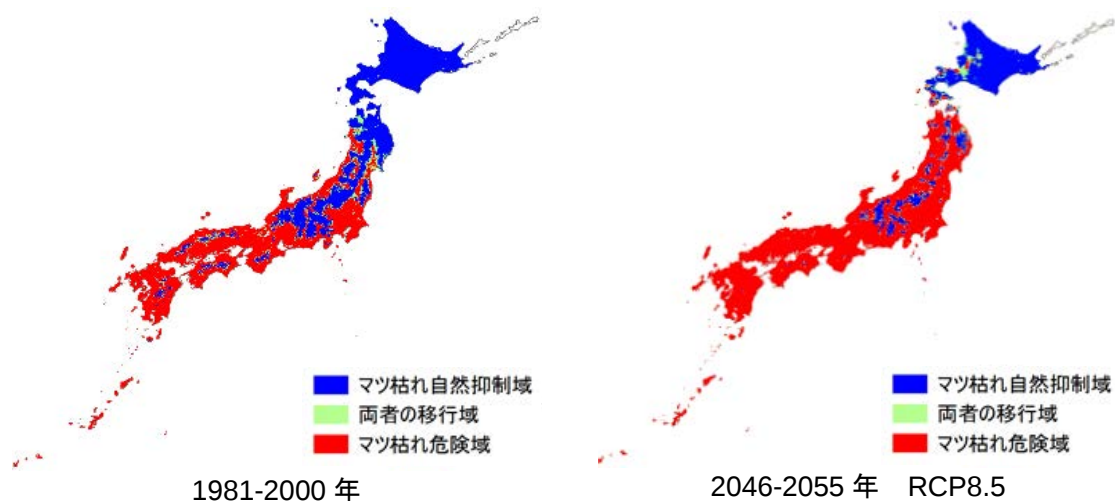


図 3.8-81 マツ枯れの危険域

【中国・四国】

マツ枯れ危険地域が 2050 年（RCP8.5）に内陸部に向けて拡大しています（図 3.8-82）。

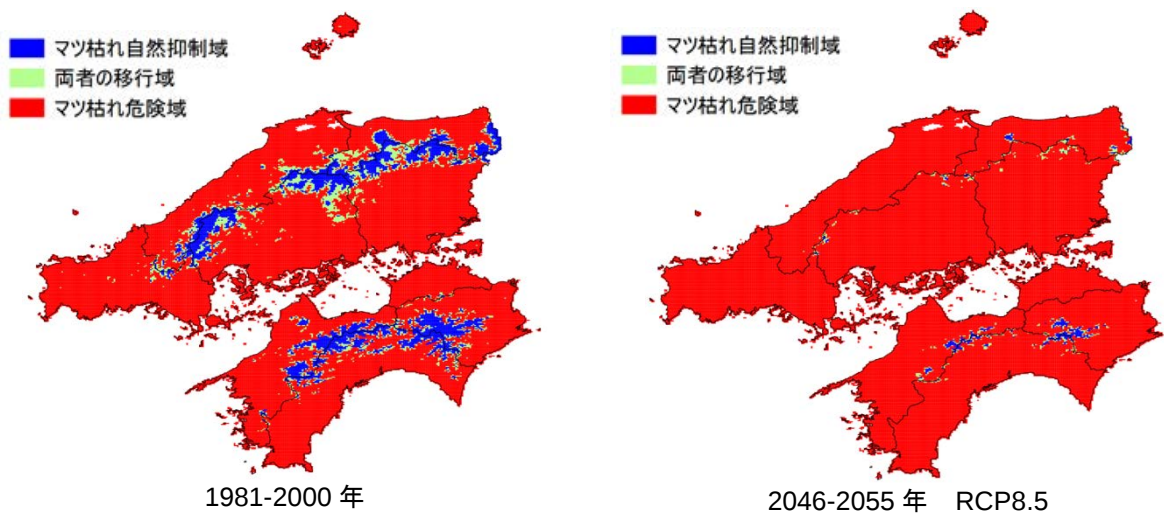
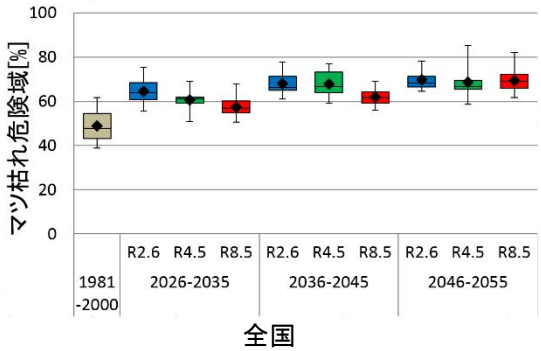


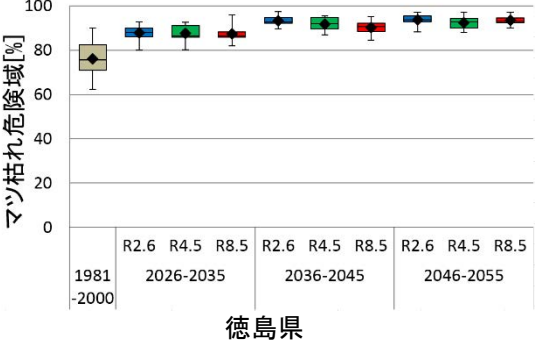
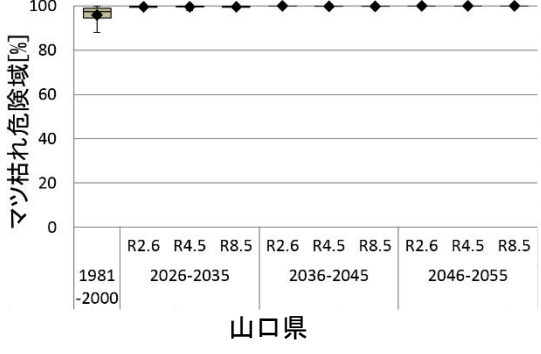
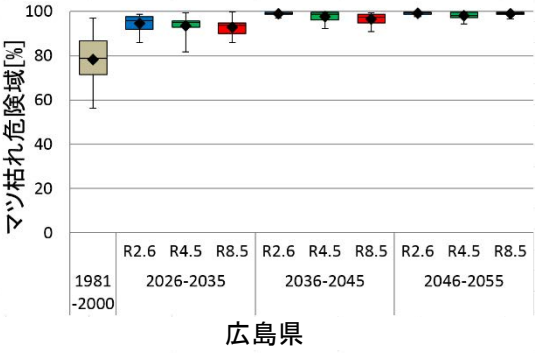
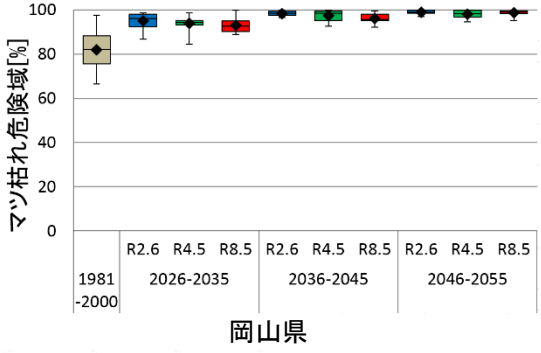
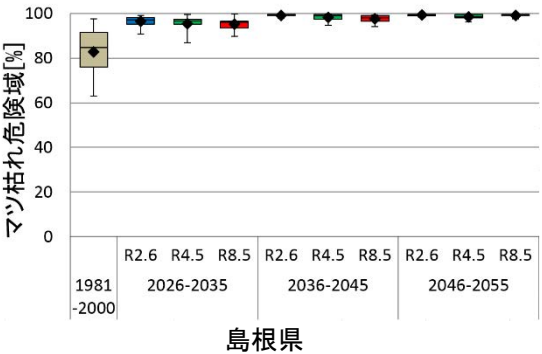
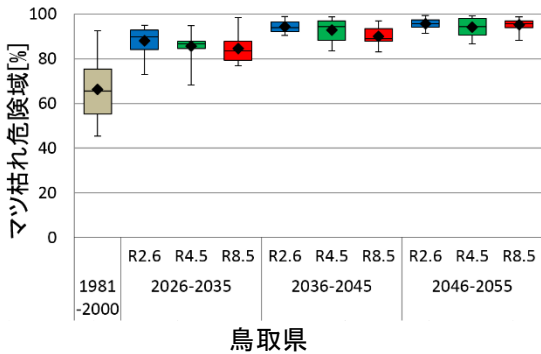
図 3.8-82 マツ枯れの危険域（中国・四国地域）

いずれの自治体においてもマツ枯れ危険域は増加傾向にあります（図 3.8-83）。箱ひげの見方については図 3.8-3 を参照下さい。

【全国】



【中国・四国】



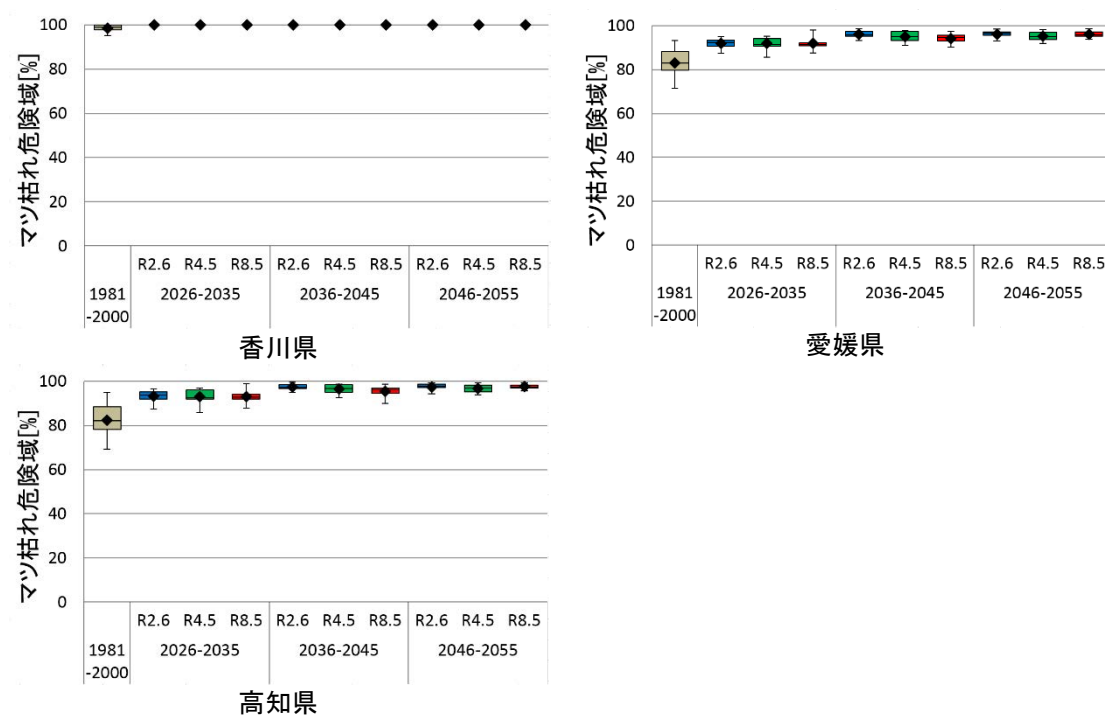
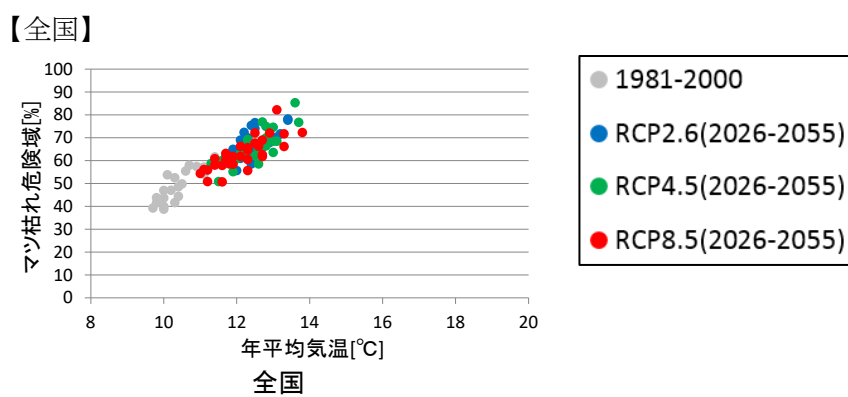


図 3.8-83 マツ枯れ危険域（マツ枯れ危険域／都道府県面積）の推移

図 3.8-84 は全ての期間および RCP の結果を対象に、横軸に気温、縦軸にマツ枯れ危険域（マツ枯れ危険域／都道府県面積）とした際の相関を示します。



【中国・四国】

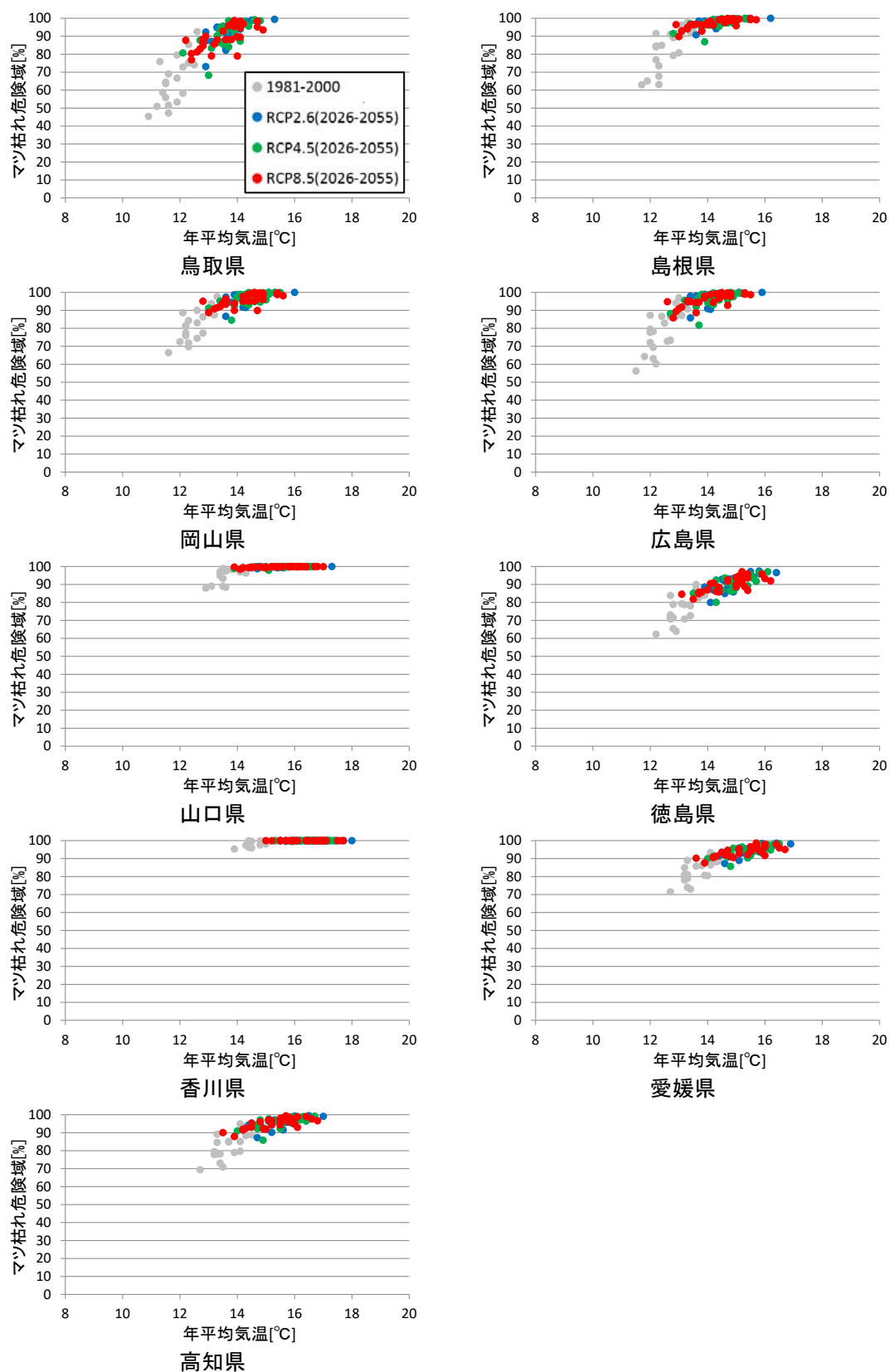


図 3.8-84 マツ枯れ危険域（マツ枯れ危険域／都道府県面積）と年平均気温の関係

(ウ) 適応策

マツ林の適応策を含み、人工林への影響に対する適応策については § 5.4.1 を参照下さい。

(2) 自然林

(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へのアンケート結果によると、「生育適地」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。ここでは、「生育適地」の変化に関する将来の影響を示します。

■ 生育適地（潜在生育域）

天然林の潜在生育域は田中ら（2014）⁴⁶⁶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、4 つの GCM⁴⁶⁷と 3 つの RCP シナリオ⁴⁶⁸を用いて、日本の 4 つの気候帯で優占する 4 つ樹種⁴⁶⁹の潜在生育域に関する将来影響予測を行っています。RCP8.5 に関する予測結果を図 3.8-85 に示します。現在と 2081-2100 年の結果を比較すると、ハイマツは全ての地域で絶滅リスクの増加、シラビソは分布南限の四国の山頂付近、ブナは本州太平洋側から西日本の個体群が脆弱になると予測されています。また、アカガシについては、潜在生育域は増加するものの、分布拡大は遅いことが予測されています（図 3.8-85）。

⁴⁶⁶ 田中信行ほか 9 名：S-8-1(5)地球温暖化が日本を含む東アジアの自然植生に及ぼす影響の定量的評価、環境省環境研究総合推進費 戦略研究開発領域 S-8 温暖化影響評価・適応政策に関する総合的研究 2014 年報告書 地球温暖化「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-

⁴⁶⁷ MIROC5、MRI-CGCM3、GFDL-CM3、HadGEM2-ES

⁴⁶⁸ RCP2.6、RCP4.5、RCP8.5

⁴⁶⁹ ハイマツ（寒帯）、シラビソ（亜高山帯）、ブナ（冷温帯）、アカガシ（暖温帯）

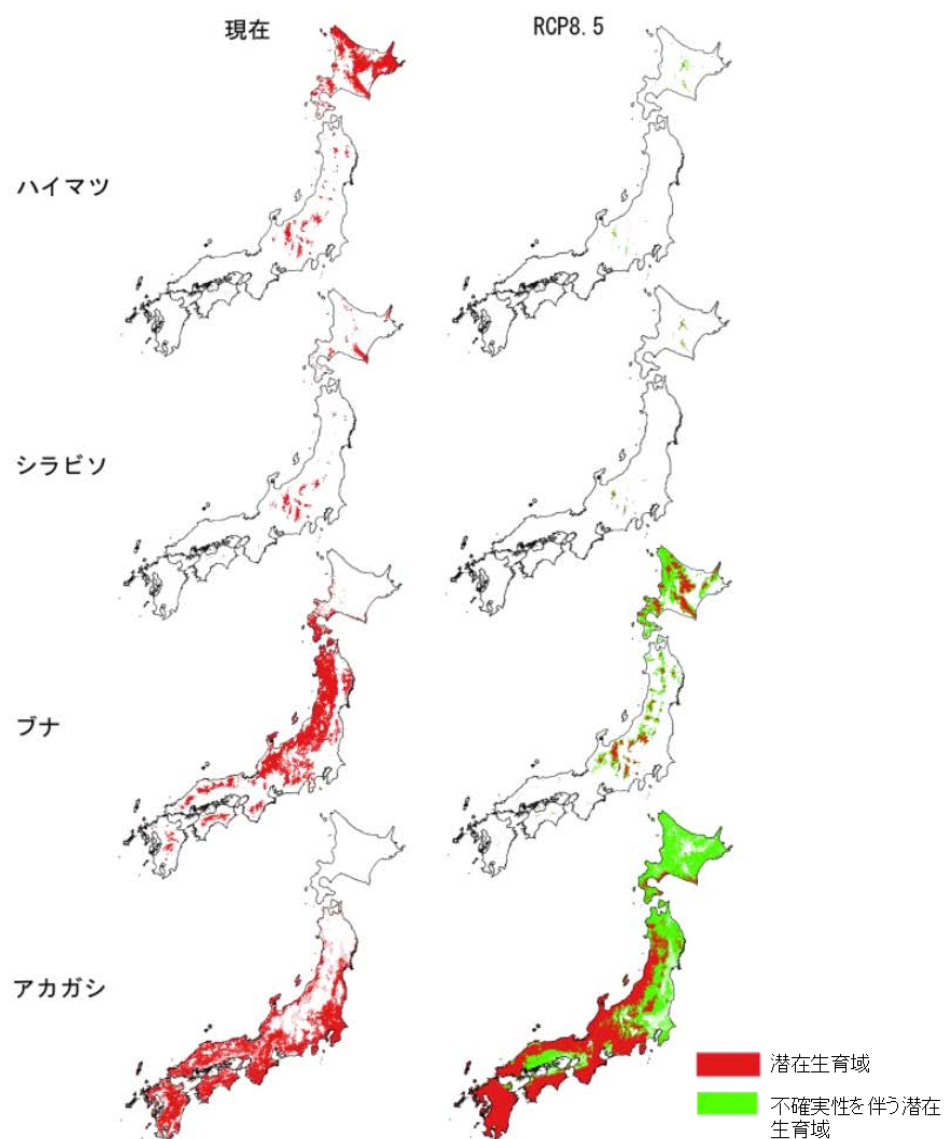


図 3.8-85 各気候帯の優先種 4 種における現在気候と RCP8.5 の将来気候シナリオで予測された潜在生育域⁴⁷⁰

(ウ) 適応策

ブナ林の適応策を含み、自然林への影響に対する適応策については § 5.4.2 を参照下さい。

⁴⁷⁰ 潜在生育域は、2081～2100 年の各 RCP における 4 つの GCM (MIROC5, MRI-CGCM3, GFDL-CM3, HadGEM2-ES) にもとづく分布確率の中央値によって特定しました。不確実性を伴う潜在生育域は、4 つの GCM のいずれかで潜在生育域になると予測された地域を示します。

(3) 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）」⁴⁷¹では、表 3.8-15 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 3.8-15 野生鳥獣による農作物被害状況の推移⁴⁷²

	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)⁴⁷³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 GCM⁴⁷⁴と 1 つの排出シナリオ⁴⁷⁵）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⁴⁷⁶。

⁴⁷¹ http://www.maff.go.jp/j/seisan/tyozyu/higai/h_zyokyo2/h28/180119.html

⁴⁷² （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

⁴⁷³ 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.

⁴⁷⁴ CSIRO-Mk3.0, MRI-CGCM2.3.2a, GFDL-CM2.1, MIROC3.2(high resolution)

⁴⁷⁵ SRES-A1B シナリオ（およそ RCP6.0 シナリオに相当）

⁴⁷⁶ 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 つのシナリオをもとに行いました。

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 3.8-86）。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 3.8-86 (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 3.8-86 (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 3.8-86 (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 3.8-86 (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 3.8-86 (g)）。

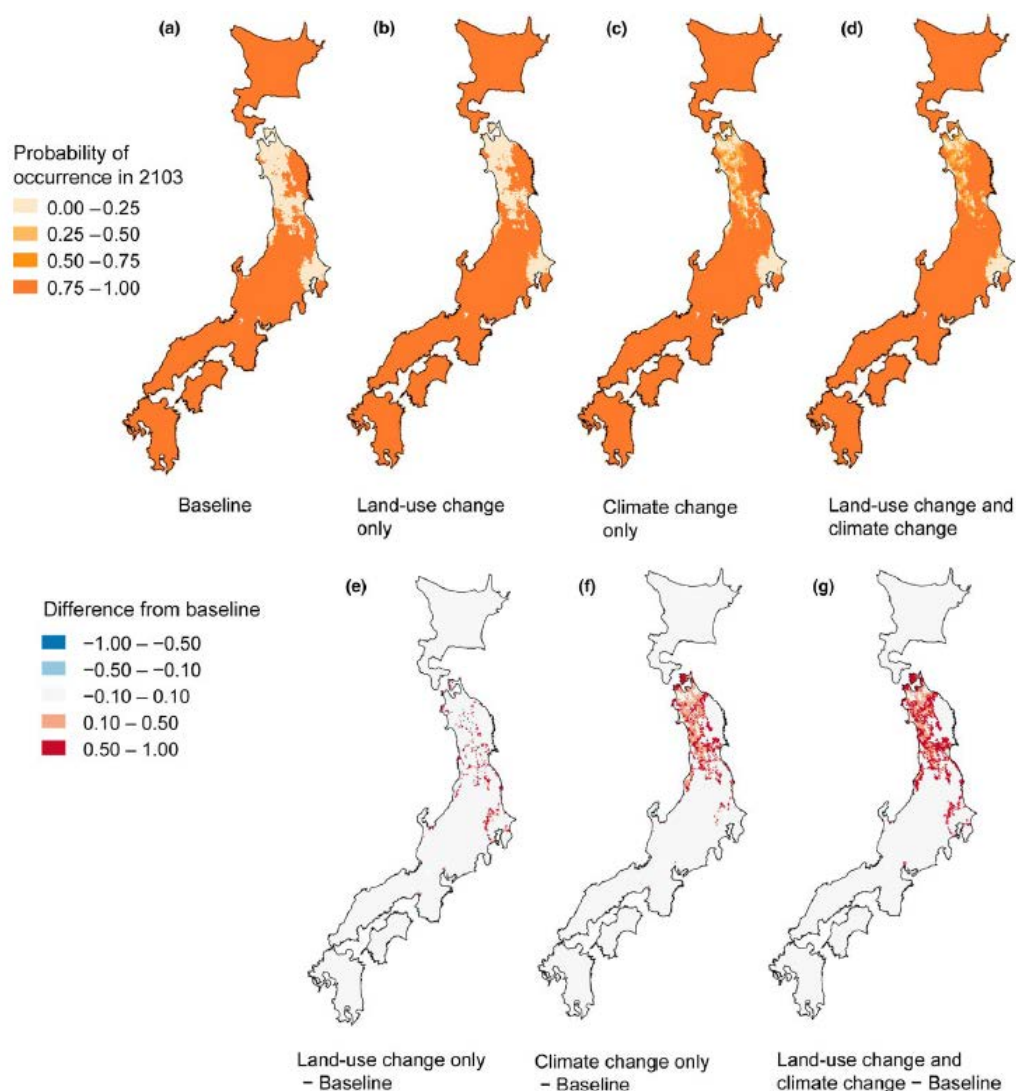


図 3.8-86 4つのシナリオにおける2103年のニホンジカの平均分布確率

(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。

3.8.4.4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として、磯焼けや亜熱帯性種の増加といった影響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アンケート結果によると、藻類の「分布域」「種組成」の変化や「藻場の減少」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、中国・四国地域を含んで定量的に影響評価が実施されている事例としては、瀬戸内海を対象とした「藻場の分布」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）⁴⁷⁷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 ⁴⁷⁸、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 3.8-87）。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。

⁴⁷⁷ 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>)

⁴⁷⁸ 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。

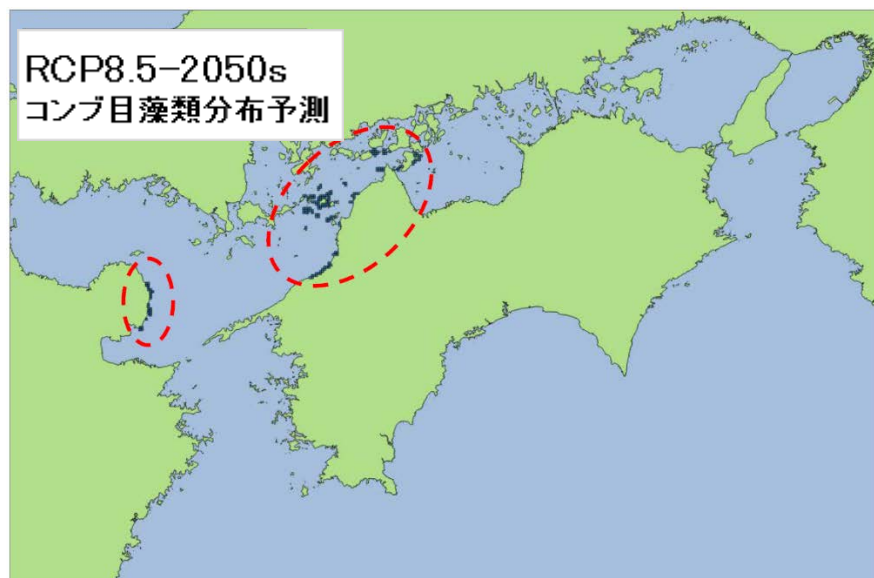


図 3.8-87 2050 年代（RCP8.5）におけるコンブ目藻類分布予測
 温帯性コンブ目の生育条件 冬：水温 15℃以下が 70 日以上、夏：水温 29℃以上が 6 日未
 満

(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。