

(2) 地球温暖化が日本の農林水産業に及ぼす影響に関する予測研究事例等

○今後の農業生産：気候温暖化シナリオをもとに温暖化影響をシュミレーション(100年で4～5℃上昇)

- ・ **リンゴ**：栽培適地(年平均気温が7～13℃)は徐々に北上。2060年頃には北海道の平野部が栽培適地となり、現在の主産地（青森、長野等）の一部が適地から外れる。
- ・ **温州ミカン**：栽培適地(年平均気温が15～18℃)は徐々に北上し、2030年代に新潟平野、2040年代に関東平野、2060年代に南東北まで拡大。2060年代には現在の主産地（静岡、和歌山、南九州の沿岸部）のほとんどが18℃以上となりミカン栽培に適さなくなる。
- ・ **鶏肉**：夏季の産肉量低下が西日本から大きくなり、2060年には15%以上低下する地域が1割程度出現し、東北でも影響が現れる。

○水稲：

- ・ **気候登熱量示数を用いた潜在収量変動の予測**で、北海道では変動が大きいがほぼ現状以上の潜在収量（2060年代には13%増）。それ以外の地域では徐々に減少し2060年代には8～15%減少。
- ・ **水稲の生育・収量予測モデルによるコシヒカリ収量の予測**で、現在の移植日では東南北部以南の地域で50年後に10%以下の減収。移植日の最適化で50年後に5～20%の増収。（※今後適応策を講じない場合には2090年代に日本全体で10%の減収～7%の増収(北部で10%～23%の増収、中・南部で27.5%～63%の減収)との推計もあり。）
- ・ **コシヒカリの高温不稔**が、2030年代にすべての地域で5%以下であるが、2090年代には筑紫平野、佐賀平野、和歌山平野、濃尾平野の一部で5%を超える。
- ・ **開放系大気CO2増加 (FACE) 実験**の結果から、現在+200ppmのCO2濃度上昇による増収効果は15%程度と見積もられた。一方で、気孔が閉じ気味になるため穂の温度が上昇し、不稔のリスクが高まる可能性が示された。

○森林：

- ・ **ブナ**の分布適域面積が縮小し、1℃上昇で76%、2℃上昇で31%、3℃上昇で6%、4℃上昇で0%となる。
- ・ 生育不適な**スギ人工林**の面積(現在24,000ha(0.53%))が、2.2℃～3.2℃の気温上昇と150mmの降水量増加により43,000ha(0.96%)に増加。

○水産：

- ・ **サンマ**について、2050年代に餌料環境の悪化に伴い成長が低下することが予想される一方で、産卵量については南下回遊時期が遅れることにより混合域において増加すると予測。

○世界の食料需給：

- ・ 地球温暖化の進行や水資源の枯渇化、土壌劣化・砂漠化などの問題が顕在化しつつあり、中長期的に世界の食料需給が逼迫する可能性がある。
- ・ 全世界での穀物需給は、貿易のために温暖化の影響を大きく受けない。貿易量の少ないコメは、米国と南アジアでの生産量の減少により温暖化の影響を受ける。

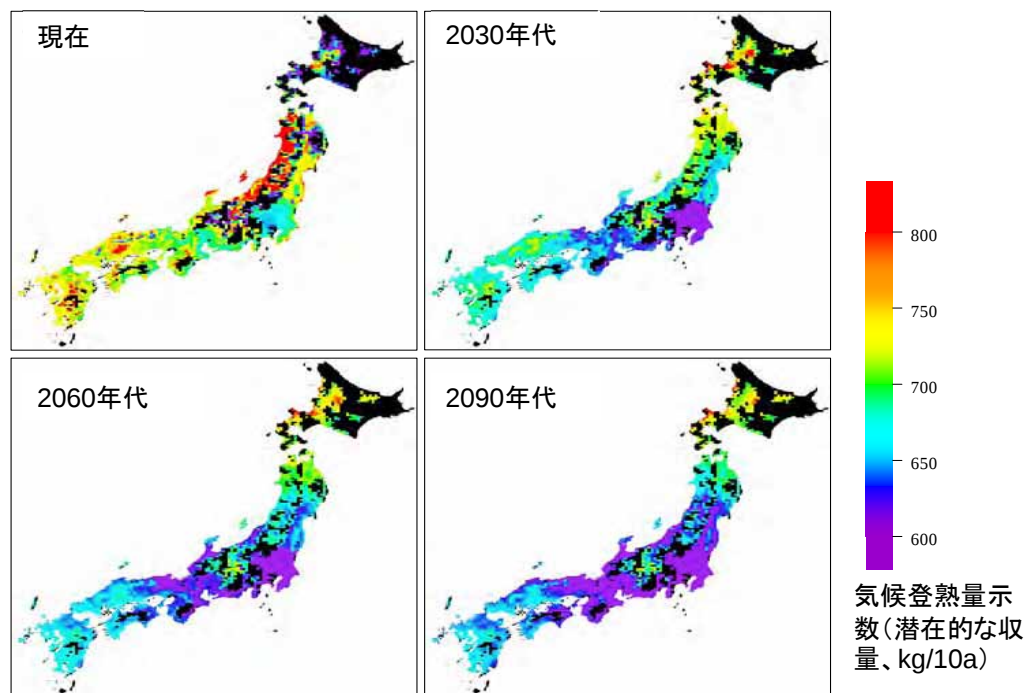
注) ※はIRRIレポート。それ以外は農林水産省の研究独立行政法人の研究成果。

	2010	1℃ 2030	2050	+250ppm 3℃ 2070	2090	4℃	
水 稻	部の地域で 高温障害等 が発生	留意事項 ※複数のシナリオによる影響評価結果を、『2030年代に平均気温が1℃上昇、2060年代に3℃上昇(CO2濃度が250ppm上昇)、2090年代に4℃上昇する』と仮定したタイムテーブルに当てはめ取りまとめたもの。 ※このタイムテーブルはIPCC報告書の「化石エネルギー源を重視する高成長社会シナリオ(気温が最も上昇)」における気温上昇を踏まえたもの。	CO2増加により 15%増収	気温上昇により 東北以南で0-10%減収 移植日の最適化で 5-20%増収	気温上昇により 東北以南で8-15%減収		
大 豆			CO2増加で 不稔率増加	CO2増加により 28%増収	気温上昇により 北海道で13%増収	気温上昇により 6-10%減収	
リンゴ					CO2増加と高温で 収量は98-116%	北海道が 適地化する	
ミカン			日本海沿岸が 適地化する	関東の平野部が適 地化する	主産地の一部が 適地から外れる	南東北沿岸部が 適地化する	
畜 産					主産地の一部が 適地から外れる	1割以上で鶏肉生産 15%以上低下	牧草の生産量が 1.5倍に増加
森 林 (ブ ナ)			ブナの分布適域面 積:100%	ブナの分布適域が 76%の面積	鶏肉生産量低下が 西日本で徐々に増大	鶏肉生産量が 東北でも低下	牧草夏枯れ地域が 1.5倍に増加
水 産 (サンマ)			ブナの分布適域が 31%の面積	ブナの分布適域が 6%の面積	ブナの分布適域が 0%に		
			南下回遊時期の遅れ により産卵量増加	餌料環境の悪化に伴 い成長低下			

地球温暖化が日本の農林水産業に及ぼす影響

水稲: 収量の変化

2060年代に全国平均で約3℃気温が上昇した場合、潜在的な収量が北海道では13%増加、東北以南では8-15%減少する。



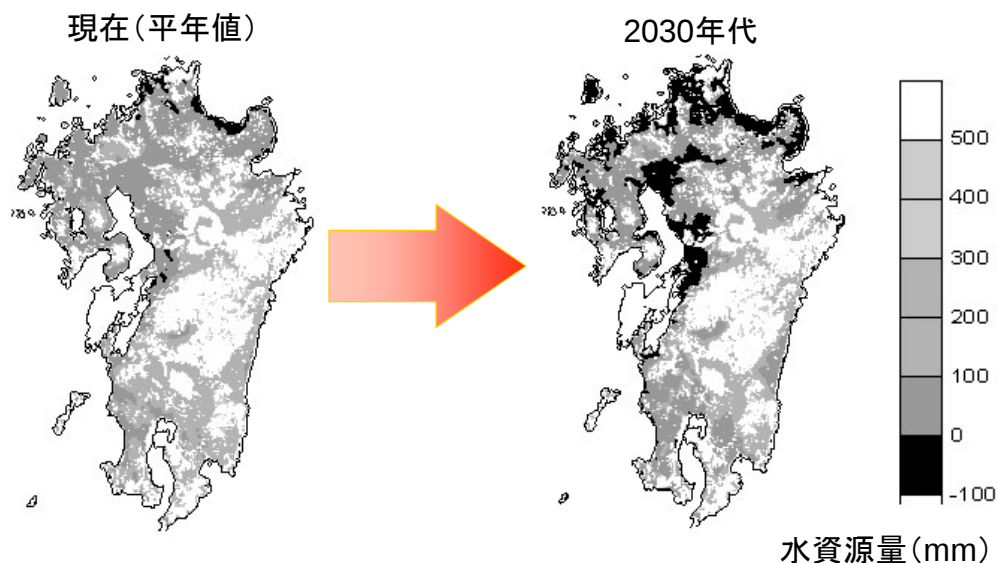
- ・潜在的な収量を示す指標として、気温と日射量のみで求まる「気候登熟量示数」を用いて、将来の潜在的な収量を推定。
- ・将来の気候予測値については、現在の大気CO₂濃度(1990年の濃度に当たる350ppm)が、毎年1%複利で上昇することを前提として、代表的な4種類の全球気候モデルを用いて算出された将来の気候データの平均から算出。
- ・最大の収量を得られるように移植日を最適化しているが、高温不稔による減収や、土壌条件や病虫害の発生の影響は考慮していない。

出典: 林・石郷岡・横沢・鳥谷・後藤(2001): 温暖化が日本の水稲栽培の潜在的特性に及ぼすインパクト、地球環境Vol.6 No.2、141~148

水資源の不足

九州の水田域に対し、温暖化シナリオを当てはめると、2030年代8月期の潜在的な水資源量は現在よりも約30mm減少(蒸発散量が現在よりも約20%増加)と予測される。国内の全水使用量の6割は水田用水が占めていることを踏まえると、水田からの蒸発散量の動向は、地域の水資源へも影響する。

＜2030年代の8月に潜在的な水不足が想定される水田地域＞



- ・降水量は同じと仮定し、水田蒸発散量算定モデルを適用して、水資源賦存量(=降水量-水田蒸発散量)の変化を予測。
- ・気温上昇による水田蒸発散量の増加に伴い、九州中部から北部にかけて水資源賦存量がマイナスとなる地域(黒の地域)が増加。

出典: 丸山篤志(2006): 温暖化による九州の水田水資源の変化を予測 (九州沖縄農研センター-www)

地球温暖化が日本の農林水産業に及ぼす影響

果樹：栽培適地の移動

リンゴ及びウンシュウミカンの栽培適地が北上し、将来は新たな地域が栽培可能になる一方、現在の主要な産地が気候的に不利になる可能性がある。

<リンゴ>

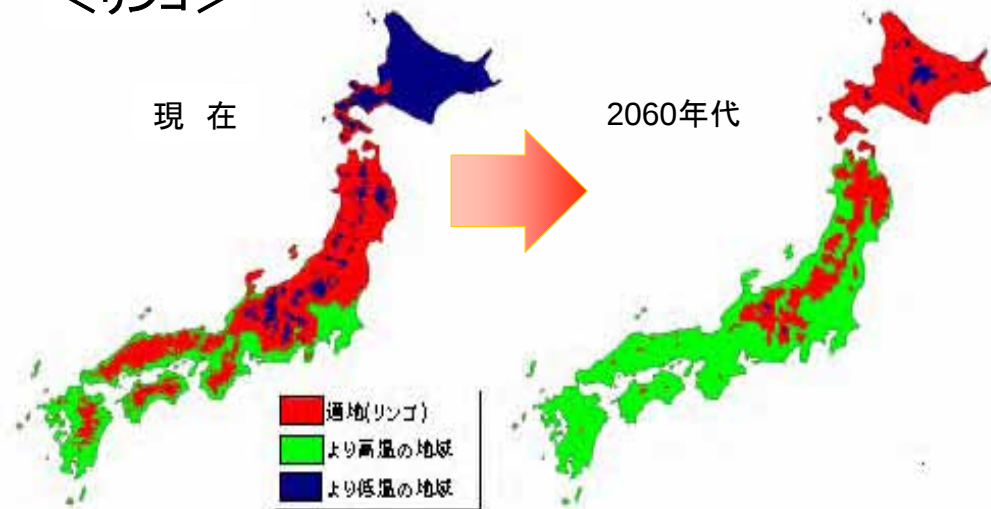


図1 地球温暖化によるリンゴ栽培に適する年平均気温（7～13℃）の分布の移動。現在の値は1971～2000年の平年値。

<ウンシュウミカン>

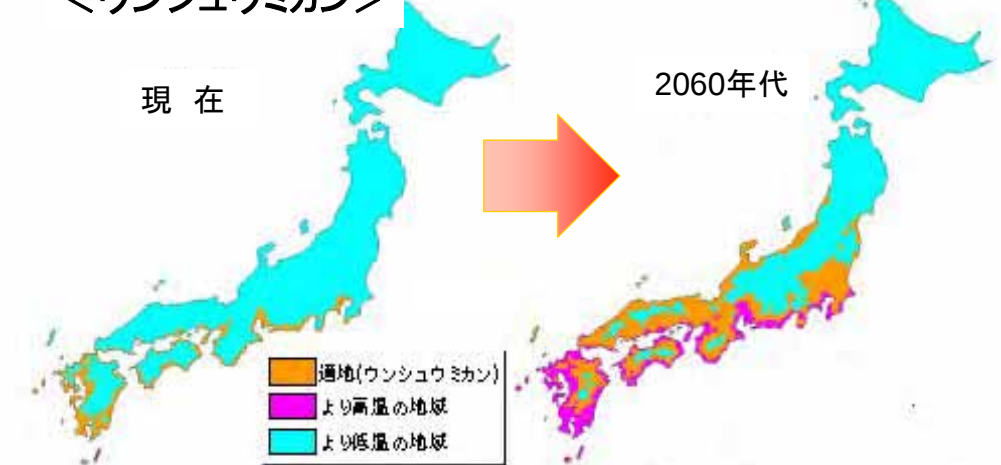


図2 地球温暖化によるウンシュウミカン栽培に適する年平均気温（15～18℃）の分布の移動。現在の値は1971～2000年の平年値。

リンゴ栽培の適地温度域は7～13℃であり、現在の栽培地は道北、道東および西南暖地の平野部を除く広い地域に広がっているが、2060年代に全国平均で約3℃気温が上昇する場合、北海道はほぼ全域が適地になる一方、関東以南はほぼ範囲外となる。

ウンシュウミカン栽培の適地温度域は15～18℃であり、現在の栽培地は西南暖地の沿岸域であるが、2060年代に全国平均で約3℃気温が上昇する場合、南東北の沿岸部まで適地になる。

・将来の気温については、現在の大気CO2濃度（1990年の濃度に当たる350ppm）が、毎年1%複利で上昇することを前提として、代表的な4つの全球気候モデルを用いて計算された結果の平均値を使用。

果樹：品質の変化



<温暖化による着色障害>

着色期に高温が続くと、着色の進行が遅れることが確認されている。

出典：平成14年度 果樹研究所 研究成果情報「地球温暖化によるリンゴ及びウンシュウミカン栽培適地の移動予測」

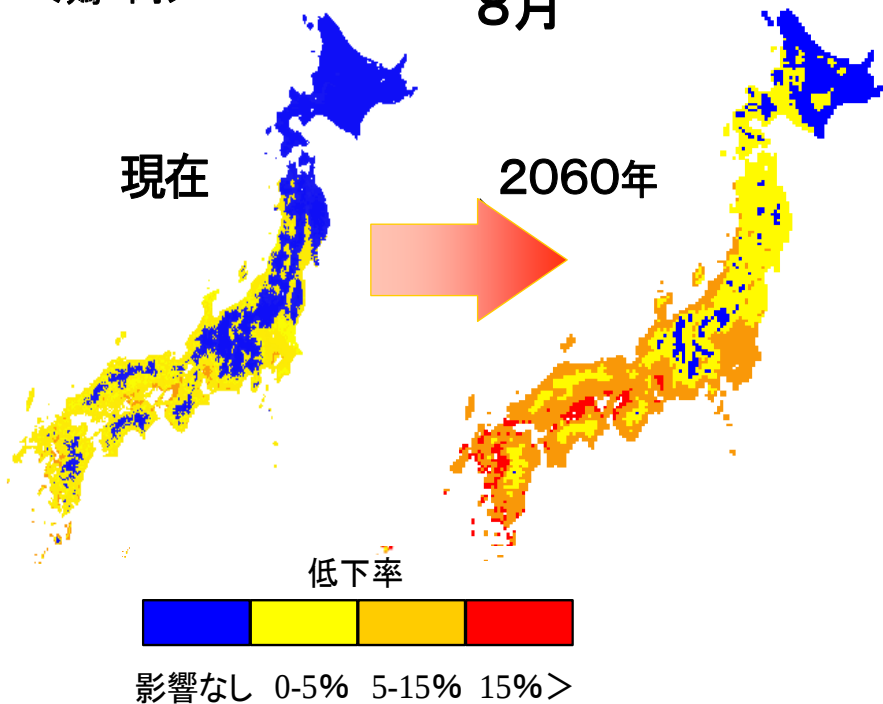
地球温暖化が日本の農林水産業に及ぼす影響

畜産：産肉量の低下

夏期の高温による産肉量の低下が西日本から大きくなり、2060年代に全国平均気温が約3℃上昇する場合、8月には産肉量が15%以上低下する地域が1割出現する。

<鶏肉>

8月

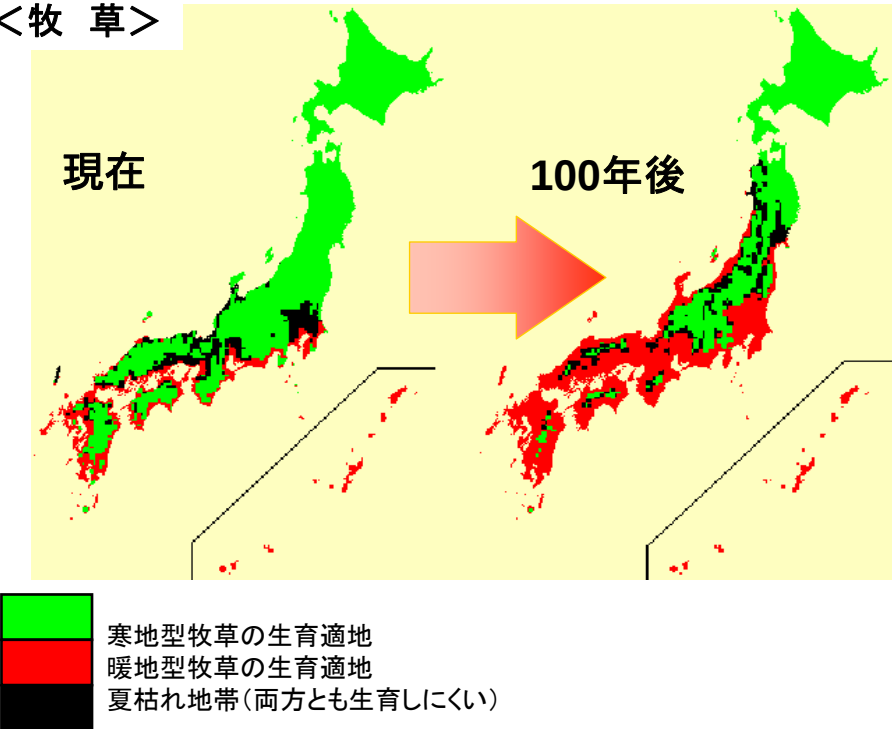


・環境制御室における肉用鶏の飼育実験で、気温と産肉量の関係を解明し、夏期(7~9月)について、現在及び将来の気温から計算される産肉量の低下率を図示。
・将来の気温については、現在の大気CO2濃度(1990年の濃度に当たる350ppm)が、毎年1%複利で上昇することを前提として、代表的な4つの全球気候モデルを用いて計算された結果の平均値を使用。

牧草：生産地帯の移動と生産量の増加

100年後に年平均気温が約4℃上昇する場合、寒地型牧草の適地が縮小、暖地型牧草の適地が拡大し、日本全体の牧草の生産量は約1.5倍に増加する。

<牧草>



・トールフェスクが栽培可能であれば寒地型牧草地帯、パヒアグラスが栽培可能であれば暖地型牧草地帯、それ以外を夏枯れ地帯と区分。夏期の収量が一定基準より低くない地域を栽培可能と判定。収量は、気温、日射、CO2濃度などから収量を計算する統計的なモデルで算出。
・100年後の気候については、現在の大気CO2濃度(1990年の濃度に当たる350ppm)が、毎年1%複利で上昇することを前提として、気象庁気象研究所が開発した全球気候モデルを用いて算出された100年後の気候データを使用。

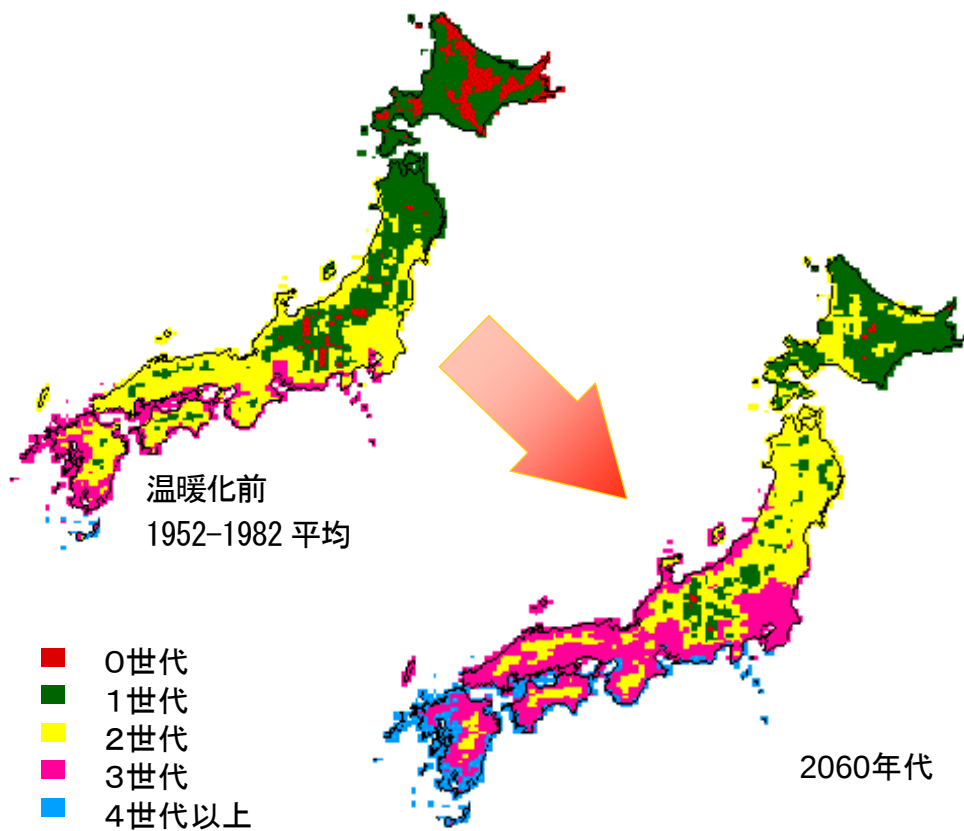
出典：山崎ら(2006)平均気温の変動から推定したわが国の鶏肉生産に対する地球温暖化の影響、日本畜産学会報77(2)、231-235

出典：佐々木ら(2003)地球温暖化が牧草の地帯区分と生産量に及ぼす影響、畜産草地研究所報告、4、39-47

地球温暖化が日本の農林水産業に及ぼす影響

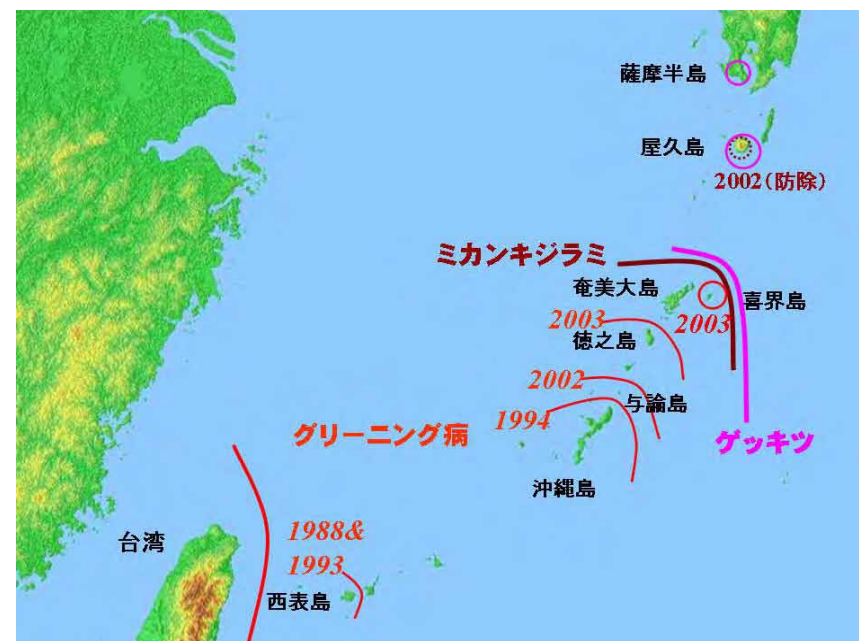
虫害: 発生増加

ニカメイガ(水稻の害虫)については、全球気候モデル(オーストラリア、CSIRO)の予測結果から、日本全国を通じてほぼ1世代ずつ増加すると予測されている。もともとニカメイガ(ニ化螟蛾)という和名は、年に2世代発生することから名付けられたが、将来はあてはまらない可能性がある。



新規病害虫の侵入

熱帯のカンキツの最重要病害であるカンキツグリーニング病と、それを媒介するミカンキジラミ、その寄主のゲッキツが分布を拡大している。温暖化の進行は、このような南方からの新たな侵入病害虫の定着に有利に働くと考えられる。



カンキツグリーニング病の病徴



媒介虫 ミカンキジラミ

出典: 農林水産省(2002)近年の気候変動の状況と気候変動が農作物の生育等に及ぼす影響に関する資料集

出典: 芦原(2005)カンキツグリーニング病の媒介昆虫ミカンキジラミの分布とその限定要因、「気候温暖化」研究成果発表会講演要旨集、果樹研究所、14-15

地球温暖化が日本の農林水産業に及ぼす影響

森林:ブナ林の分布適域の減少

全国におけるブナ林の分布適域の面積は、気候変化シナリオCCSR/NIES(平均気温4.9℃上昇)では9%に、気候変化シナリオRCM20(2.9℃上昇)では37%に減少することが予測される。

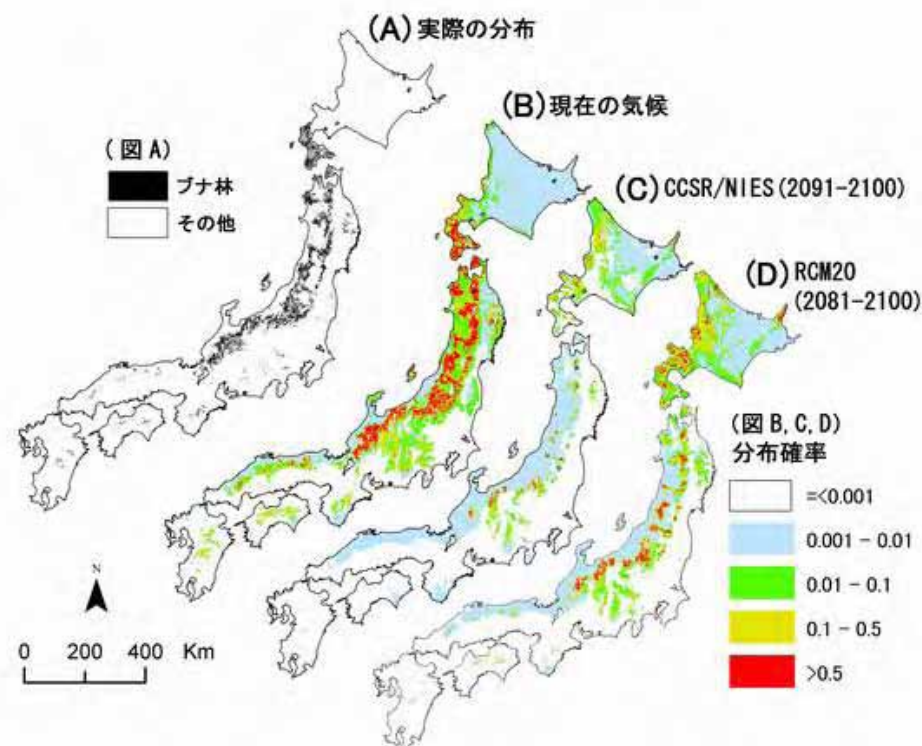


図. ブナ林の分布

(A)実際の分布、(B)現在の気候における分布確率、(C) CCSR/NIESシナリオ(2091～2100年)における分布確率、(D) RCM20シナリオ(2081～2100年)における分布確率。図(B)、(C)、(D)で赤色に示される分布確率0.5以上の地域が、ブナ林の成立に適する地域(分布適域)と考えられる。

世界遺産地域内におけるブナ林の分布適域(分布確率が0.5以上の地域)の面積は、現在は遺産地域の95.4 %であるが、気候変化シナリオRCM20では山岳上部の0.6 %に、気候変化シナリオCCSR/NIESでは0 %に減少する。

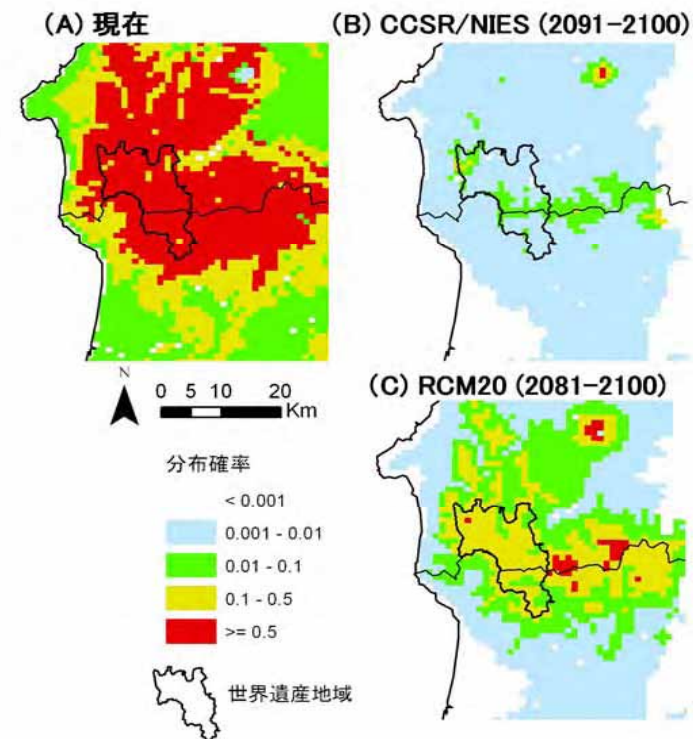
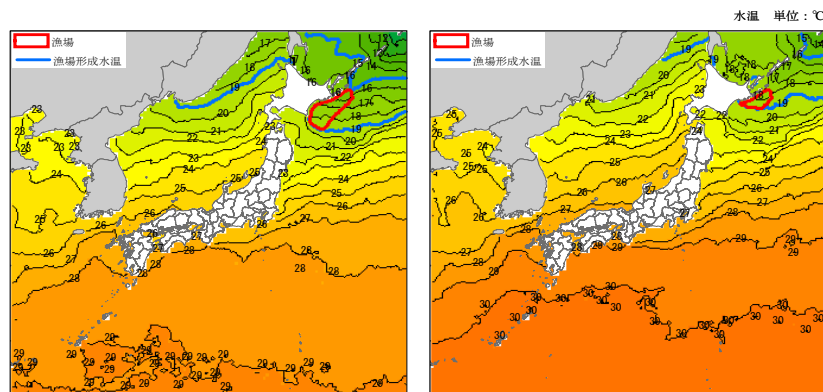


図: 白神山地世界遺産地域におけるブナ林の分布確率の変化予測。(A)は現在、(B)はCCSR/NIESシナリオ(2091～2100年)で、(C)はRCM20シナリオ(2081～2100年)である。空間解像度は3次メッシュ(約1 km²)。なお、CCSR/NIESは東京大学気候システムセンター・国立環境研による、RCM20は気象庁による気候変化シナリオ。

地球温暖化が日本の農林水産業に及ぼす影響

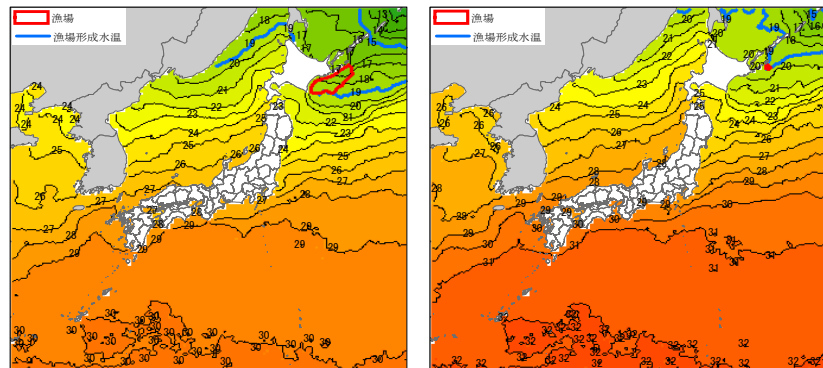
水産：漁場の変化

我が国周辺海域の水温が変化(上昇)すると、水産生物の生息域に大きな影響があると予想される。下図はサンマの生息適温から予想される漁場の変化(9月および11月)であるが、実際には水温が変化すると海流・餌環境等の変化に伴い海洋生態系も大きく変化すると考えられるため、漁場および漁期の変化を正確に予想することは困難である。



現状

中期

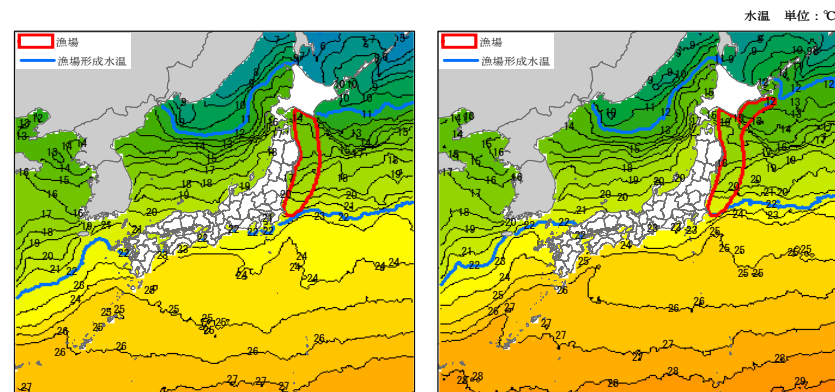


短期

長期

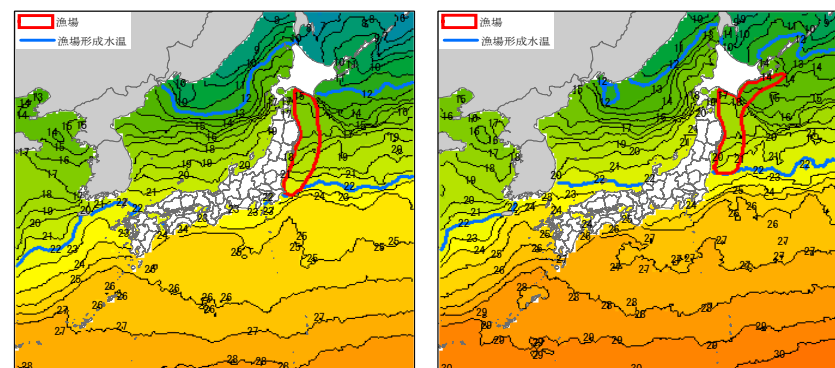
サンマの漁場(9月)

0 250 500 1,000 km



現状

中期



短期

長期

サンマの漁場(11月)

0 250 500 1,000 km

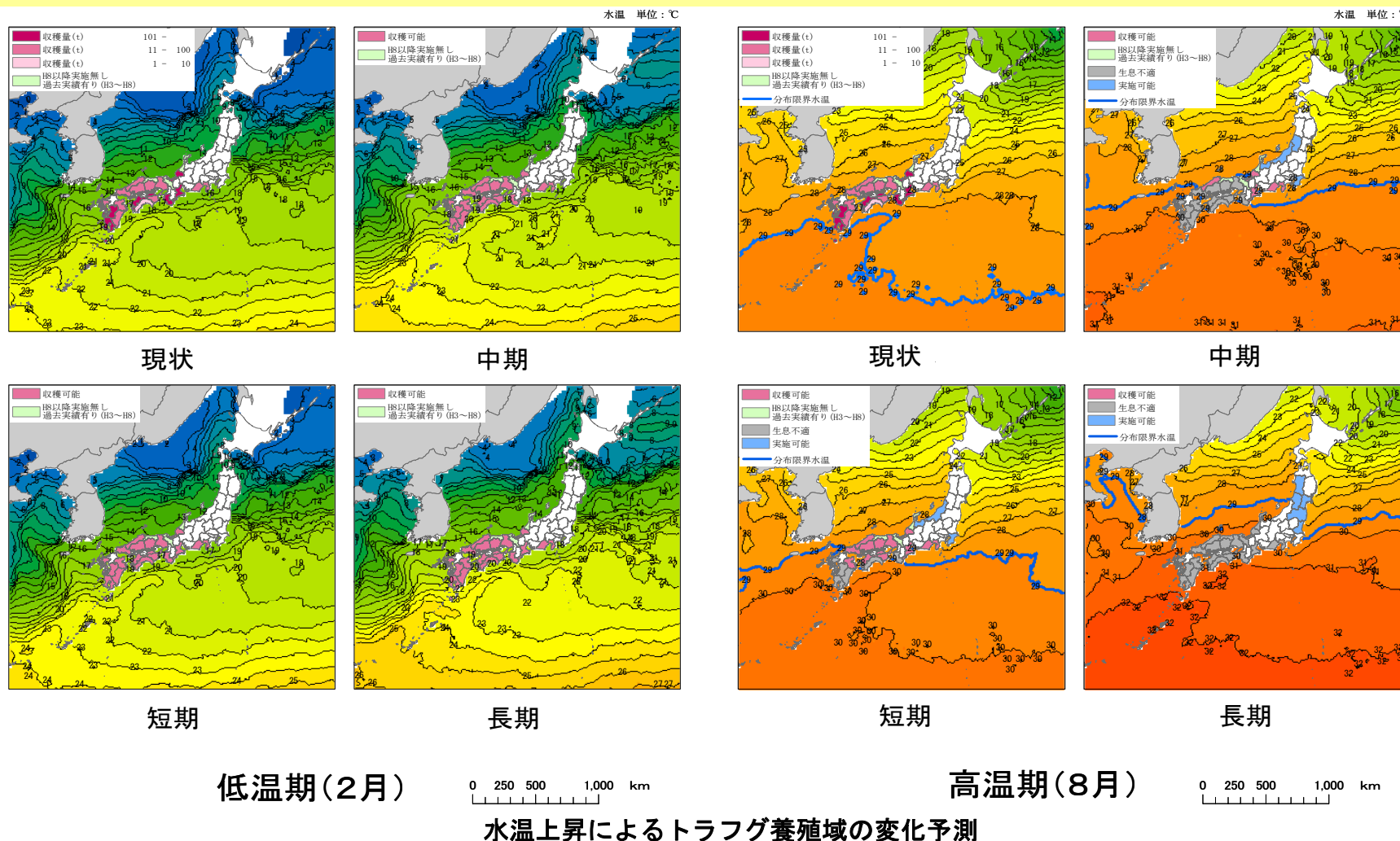
水温上昇によるサンマ漁場の変化予測

出典: 桑原ほか 2006 温暖化による我が国水産生物の分布域の変化予測. 地球環境 Vol.11, No.1, 49-57)

地球温暖化が日本の農林水産業に及ぼす影響

水産：養殖適地の変化

我が国沿岸域で行われている魚介類養殖にも大きな影響があると予想される。たとえばトラフグについては、低温期(2月)には養殖適地に大きな変化は予想されないが、高温期(8月)には南日本において養殖不適な水温環境となってしまうと予想されている。



出典：桑原ほか 2006 温暖化による我が国水産生物の分布域の変化予測。地球環境 Vol.11, No.1, 49-57)

水資源賦存量の変動予測

- 我が国全体では、地球温暖化に伴い年間降水量が増大するとともに、蒸発散量は増大すると予測。
- 年間の水資源賦存量（＝降水量－蒸発散量）は、北日本・東日本の日本海側、南関東・四国・南九州の太平洋側では現在と同程度か減少傾向となる見込み。

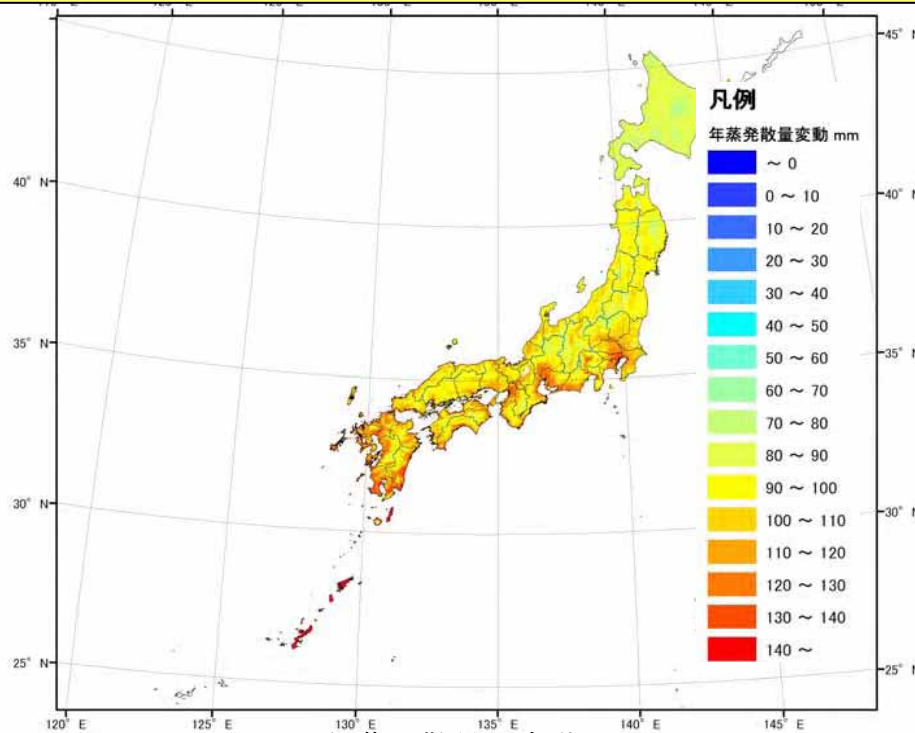


図-1 年蒸発散量の変動

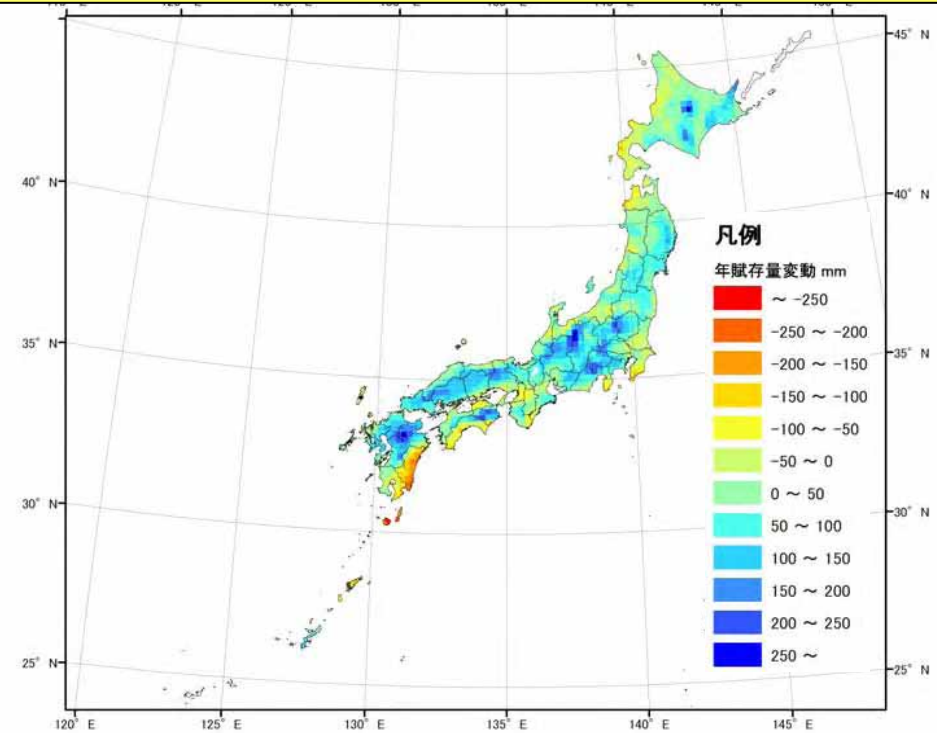


図-2 年水資源賦存量の変動

注)

1. 現況値はメッシュ気候値（気象庁、1kmメッシュ）による1971～2000年の気温、降水量の平均値から推定。
2. 変動量は、現状値にRCM20（気象庁、A2シナリオ20kmメッシュ）による温暖化の影響予測値（2081～2100年の平均値から1981～2000年の平均値を差し引いた値）を加えた予測値から、現状値を差し引いた値。
3. 蒸発散量は、中緯度地域で適用性が認められ気温のみに依存するソーンスウェイト法による。
4. マップ表示は、1kmメッシュの入力データ及び計算結果をGISにより表示。

資料：(独)農業・食品産業技術総合研究機構 農村工学研究所

○ 特に農業用水の需要量が多い代かき、田植期（４～５月）の水資源賦存量は、我が国のほとんどの地域で減少する見込み。

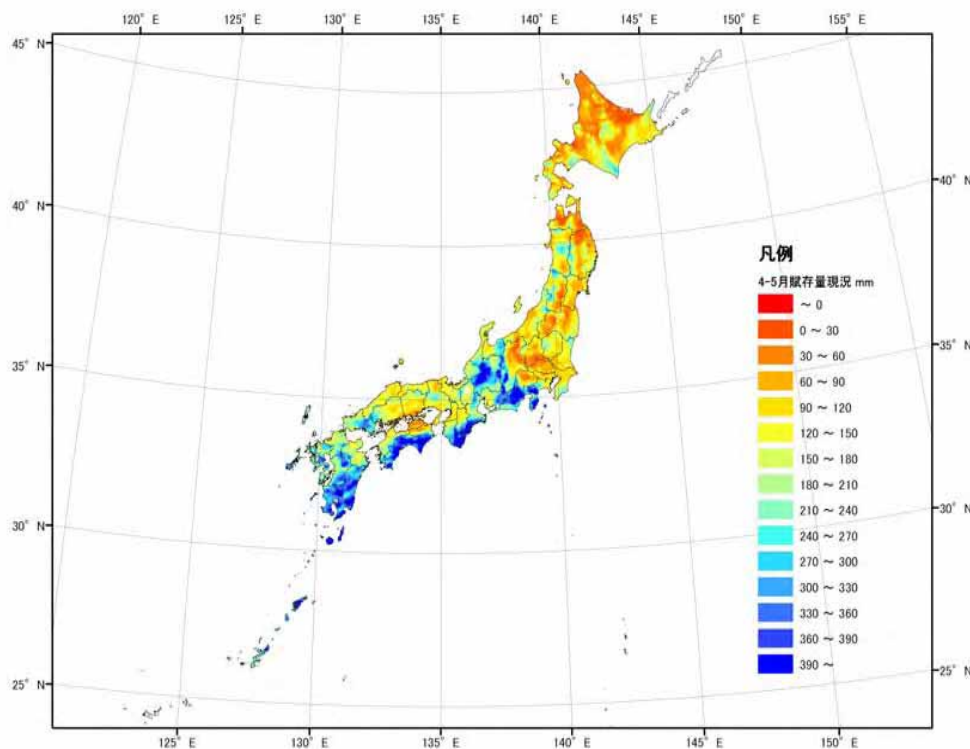


図-3 4～5月の水資源賦存量の現況

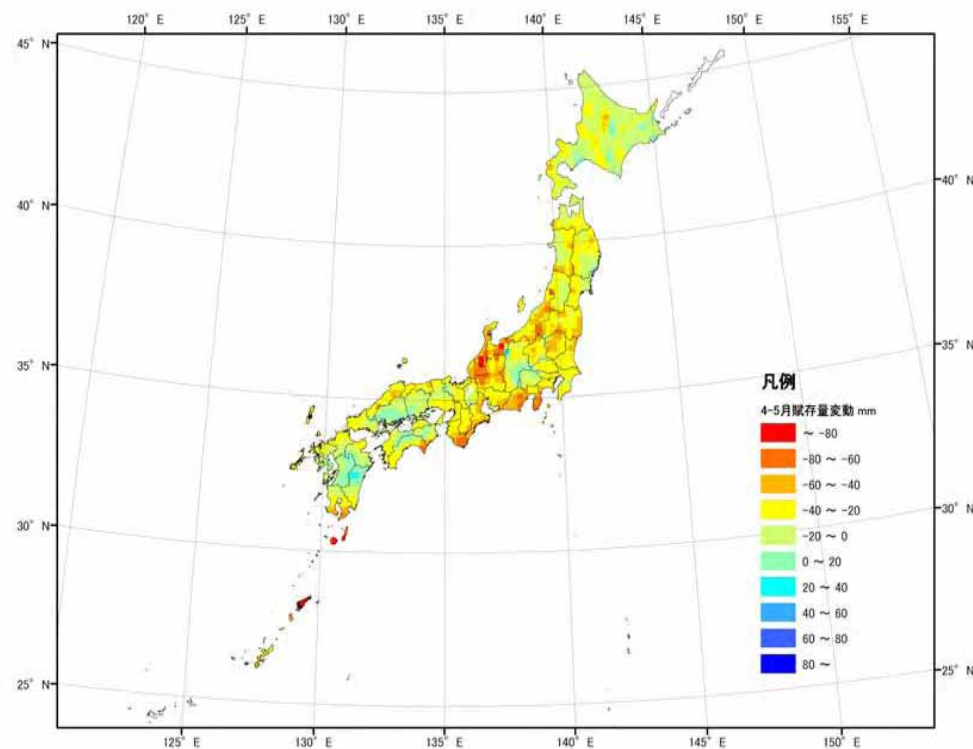


図-4 4～5月の水資源賦存量の変動

(注)

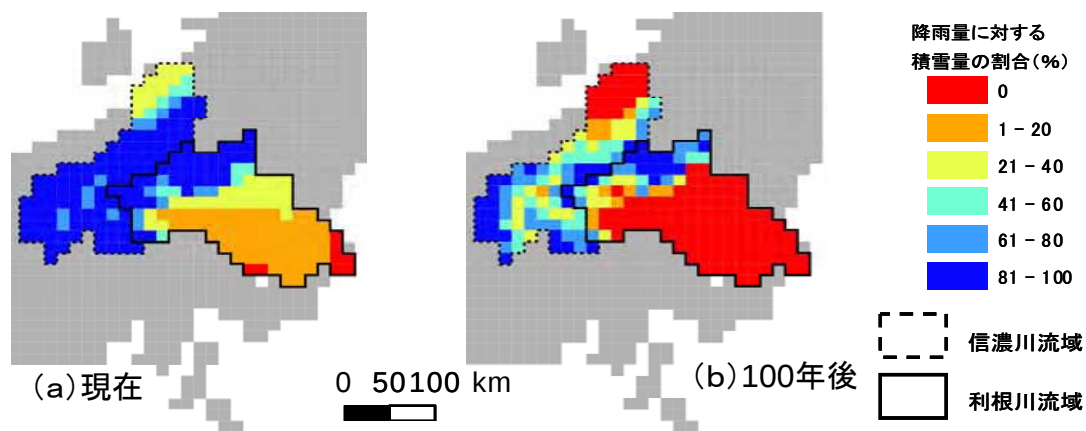
1. 現況値はメッシュ気候値（気象庁、1kmメッシュ）による1971～2000年の気温、降水量の平均値から水資源賦存量を推定。
2. 変動量は、現状値にRCM20（気象庁、A2シナリオ20kmメッシュ）による気温・降水量データに基づく2081～2100の水資源賦存量の平均値から1981～2000の水資源賦存量の平均値の変化を加えた予測値から、現状値を差し引いた値。
3. 蒸発散量は、中緯度地域で適用性が認められ気温のみに依存するソーンスウェイト法による。
4. マップ表示は、1kmメッシュの入力データ及び計算結果をGISにより表示。

資料：(独)農業・食品産業技術総合研究機構 農村工学研究所

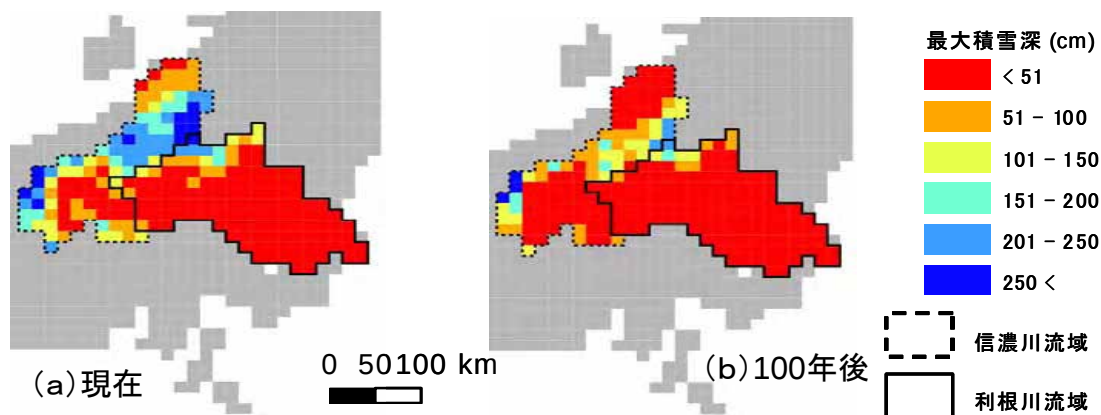
積雪・融雪が農業用水に及ぼす影響

- 信濃川と利根川流域を対象に、降水、融雪の影響を算定し、河川流量の期別変化を推測。
- 推測結果として、積雪の多い信濃川では融雪水が減少し、春先の農業用水の確保へ影響することが懸念。

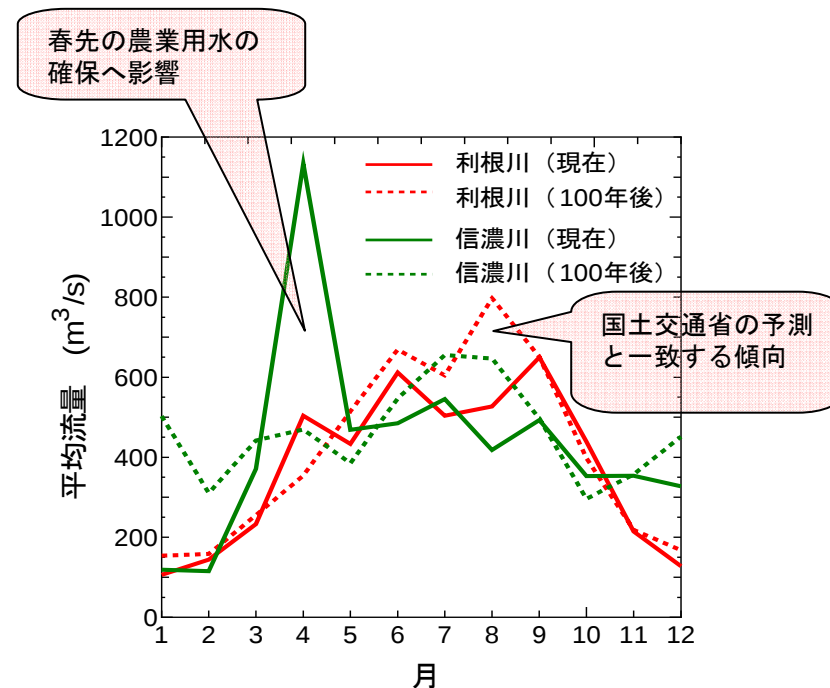
①温暖化に伴う冬季の降水量が降雪になる割合の変化：
信濃川と利根川流域を対象



②温暖化に伴う冬季の最大となる積雪深を算定



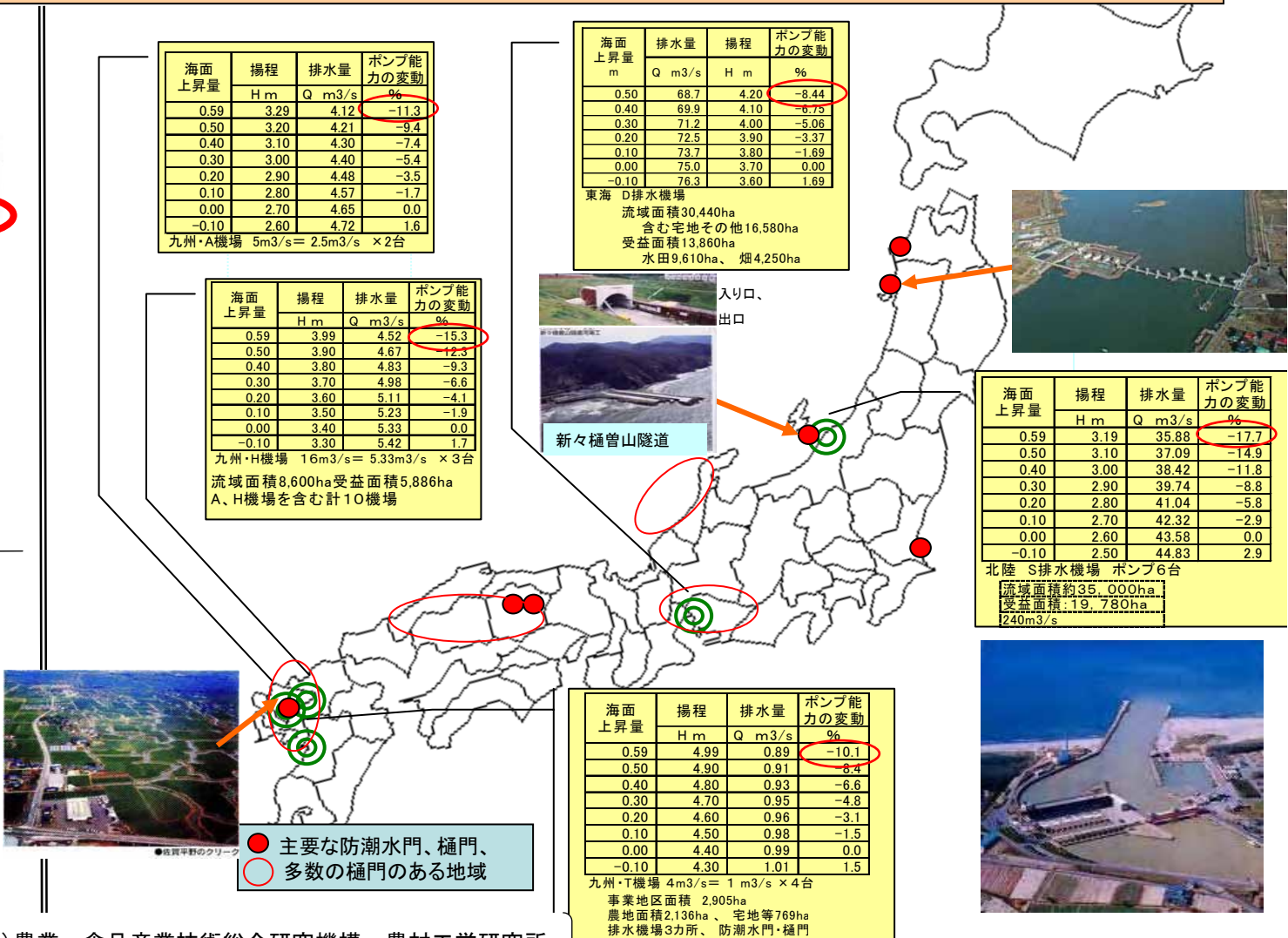
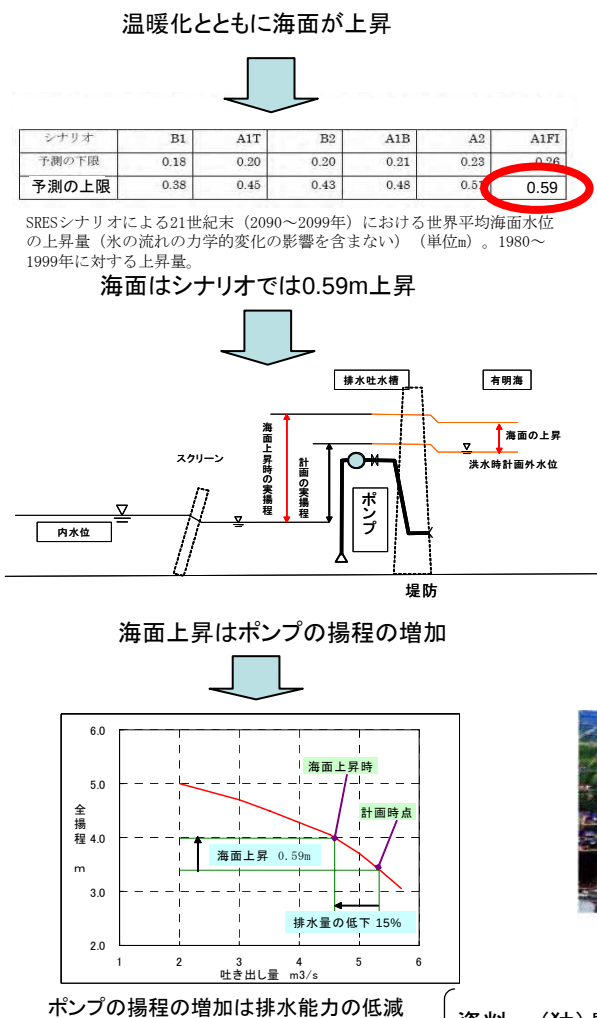
③河川流量の期別変化の予測
(信濃川・利根川)



資料：(独)農業・食品産業技術総合研究機構 農村工学研究所
引用：井上聡ら(雪氷60(5)、1998； 地球環境6(2)、2001)

海面上昇が河口排水施設に及ぼす影響

- 海面上昇に伴う河口排水機場の能力への影響について、IPCC第4次報告結果値を用いて算定。
(越後平野、濃尾平野、筑紫平野に整備された基幹排水機場を対象)
- 0.59m海面上昇すれば、ポンプ能力は10~20%程度低下すると算定され、ほ場の湛水時間の延伸や湛水面積の拡大が懸念。

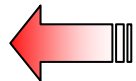


資料：(独)農業・食品産業技術総合研究機構 農村工学研究所

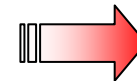
降雨パターンの変化に伴う農地土壌・地すべりへの影響

- 地球温暖化の進行に伴い、集中豪雨等の増加により降雨パターンが変化すれば、農地土壌の侵食が進行するとともに、地すべりを不安定化させる恐れ。

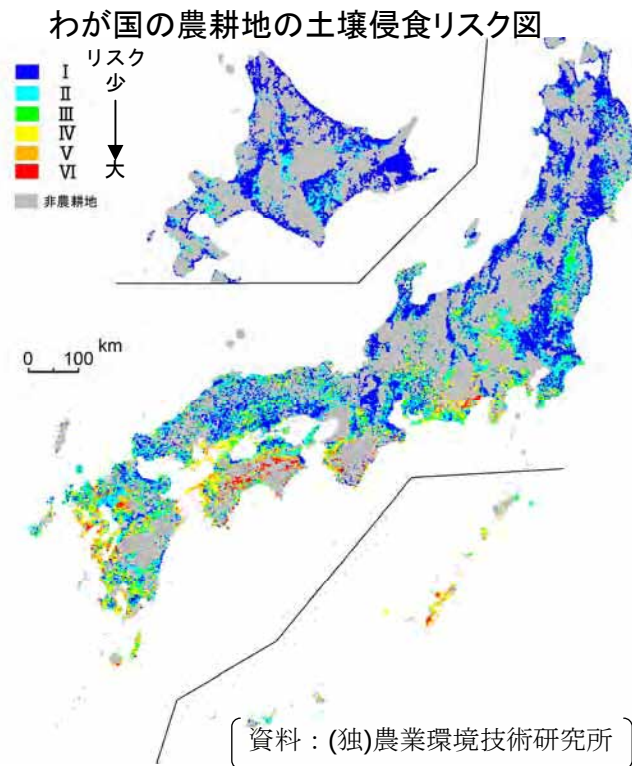
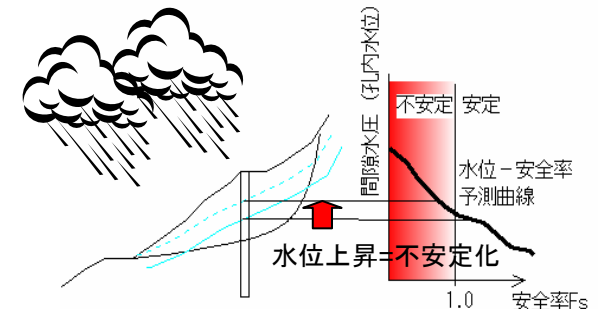
●豪雨頻度増加は農地土壌が侵食、流亡するリスクを増大させる恐れ



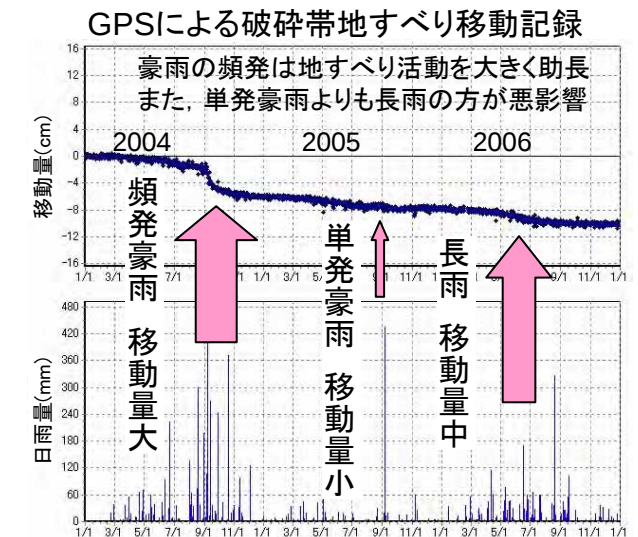
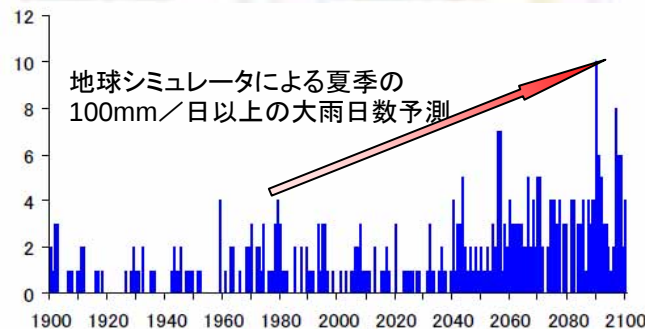
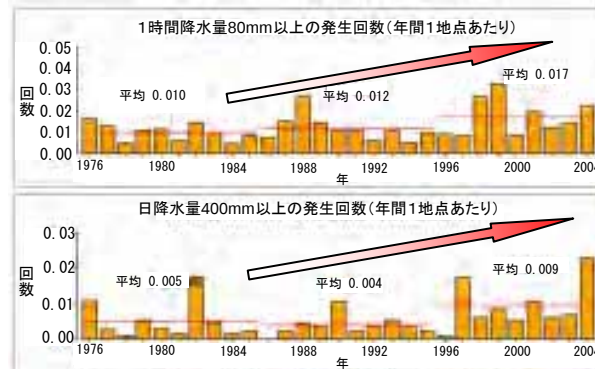
●豪雨は観測・予測とも発生率増加傾向



●豪雨頻度増加は地下水位を上昇させ、地すべりを従来以上に不安定化させる恐れ



アメダスデータによる短時間強雨・大雨の増加傾向



流亡土量 = 降雨係数 × (斜面形状等に関する諸係数の積)

資料：(独)農業・食品産業技術総合研究機構 農村工学研究所