

令和元年度
「空知産ワイン」産地特性把握調査委託業務

報 告 書

令和2年3月

株式会社 ズコーシャ

目 次

1. 業務概要	1
2. 調査方法	4
2-1. 気象調査	4
2-1-1. 各ワイナリー・ヴィンヤードの気象の現状と将来予測	4
2-2. 土壌調査	12
2-2-1. 土壌断面調査	12
2-2-2. 土壌理化学性調査(土壌化学性と土壌物理性を合わせた総称のこと)	13
3. 調査結果	15
3-1. 気象調査	15
3-1-1. 各ワイナリー・ヴィンヤードの気象の現状と将来予測	15
3-1-2. 平均日平均気温と BEDD から見た適正品種とその将来予測	48
3-2. 醸造用ぶどう地域適応品種調査(2013～2019年)	54
3-2-1. ピノ・ノワールにおける糖度、酸度と気象要因の関係	54
3-2-2. ピノ・ノワールにおける収量と気象要因の関係	57
3-2-3. 醸造用ぶどうの収量に及ぼす土壌要因の影響	63
3-3. 土壌調査	66
3-3-1. 土壌断面調査	66
3-3-2. 土壌理化学性調査	66
4. 引用文献	67

1. 業務概要

- (1) 業務名：令和元年度 「空知産ワイン」産地特性把握調査委託業務
- (2) 履行期間：令和元年5月30日～令和2年3月6日
- (3) 業務概要：醸造用ぶどう栽培を行う上で重要な気象・土壌のデータ収集と調査により、空知の産地特性(テロワール)を把握することを目的とする
(表 1-1、表 1-2、図 1-1)。
- (4) 業務内容：気象調査、土壌調査(表 1-1、表 1-2、図 1-1)
- (5) 発注者：空知総合振興局 産業振興部 商工労働観光課
〒068-8558 北海道岩見沢市8条西5丁目
業務担当員 片倉 あすか
工藤 万愛理
- (6) 受注者：株式会社 ブコーシャ
〒080-0048 北海道帯広市西18条北1丁目17番地
管理技術者 丹羽 勝久
担当技術者 横堀 潤
才川 彩

表 1-1 調査ワイナリー・ヴィンヤード一覧

ワイナリー・ヴィンヤード	住 所	備 考
山崎ワイナリー	三笠市達布791-22	気象調査
宝水ワイナリー	岩見沢市宝水町364-3	気象調査
マオイ自由の丘ワイナリー	夕張郡長沼町字加賀団地	気象調査・土壌調査
滝沢ワイナリー	三笠市川内841-78	気象調査
10Rワイナリー	岩見沢市栗沢町上幌1123-10	気象調査
鶴沼ワイナリー	樺戸郡浦臼町字於札内428-17	気象調査
ナカザワヴィンヤード	岩見沢市栗沢町加茂川140	気象調査
KONDOヴィンヤード	岩見沢市栗沢町茂世丑774-2	気象調査
歌志内上歌ヴィンヤード	歌志内市上歌32番地15	気象調査
えべおつWein	滝川市江部乙町759	気象調査
こことある	岩見沢市栗沢町茂世丑	気象調査
ROWP豊沼ヴィンヤード(砂川)	砂川市東豊沼	気象調査

表 1-2 調査項目

調査項目	調査内容	調査箇所
気象調査	気象データの把握(1990～2019年)	12ワイナリー・ヴィンヤード
	将来の気象条件の推定(2020～2044年)	12ワイナリー・ヴィンヤード
	醸造用ぶどう地域適応品種調査(2013～2019年)	—
土壌調査	土壌断面調査	マオイ自由の丘ワイナリー
	土壌理化学性調査	マオイ自由の丘ワイナリー



図 1-1 調査ワイナリー・ヴィンヤード位置図

2. 調査方法

2-1. 気象調査

2-1-1. 各ワイナリー・ヴィンヤードの気象の現状と将来予測

(1) 気象データの把握(1990～2019年)

国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構(以下、農研機構と表記)が提供している1kmメッシュ気象データ(<https://amu.rd.naro.go.jp/>、図2-1)を利用し、空知地域の各ワイナリー・ヴィンヤードの該当メッシュの気象データ(平均気温、最高気温、最低気温、降水量、日照時間)を5年単位に月別でグラフ化した。対象期間は1990～1994年、1995～1999年、2000～2004年、2005～2009年、2010～2014年、2015～2019年である。

5ヵ年単位に気象項目を整理すると、年次変動の詳細が把握しづらくなるので、1kmメッシュのデータを生育期間(4～10月)、開花期(6月)、開花期間(6月下旬～7月上旬)、成熟期(9～10月)、冬期間(11～3月)、融雪期(3月)別にデータを集約し、各期間における気象の年次変動をグラフとして整理した。

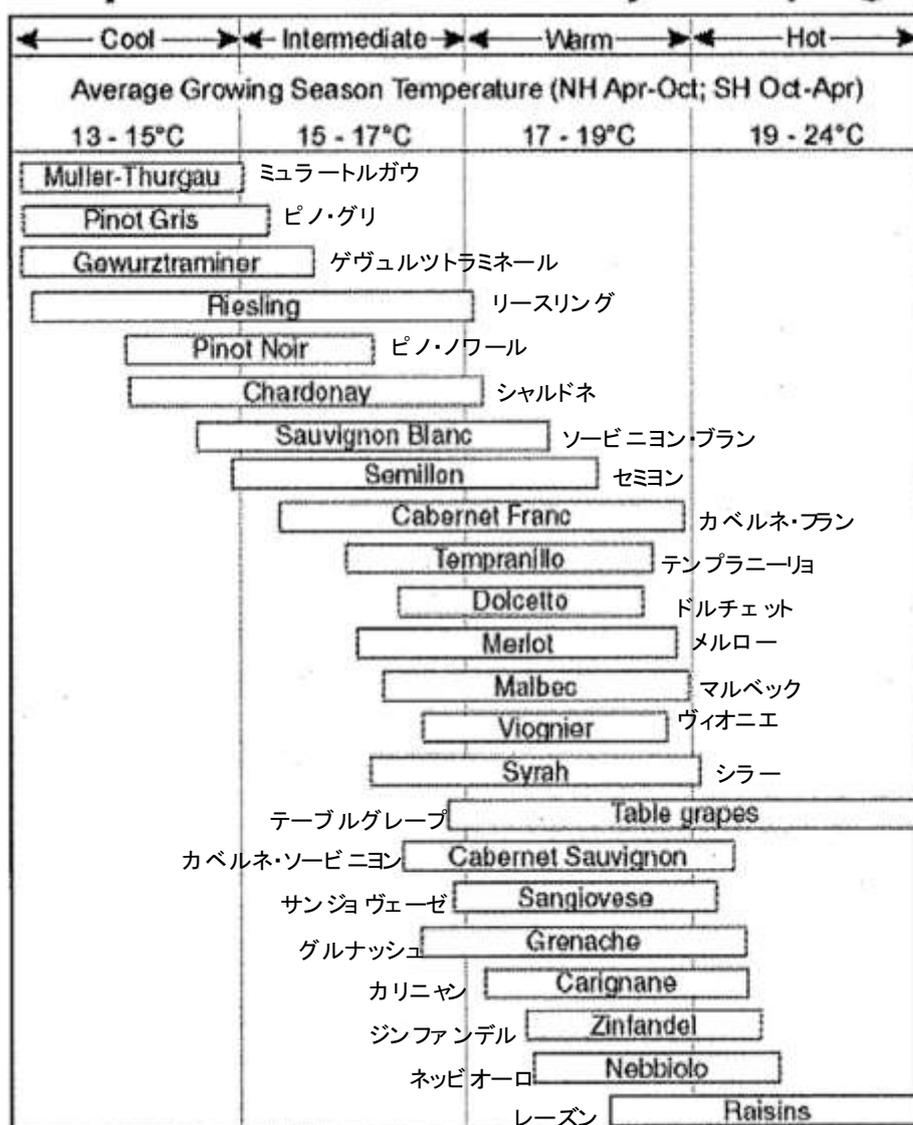
本編では生育期間をはじめとする上述した様々な期間における各ワイナリー・ヴィンヤードの年次変動(平均値)のグラフを掲載し、それらに対するコメントを記載した。個々のワイナリー・ヴィンヤードの5ヵ年単位のグラフや各期間の年次変動のグラフは資料編に整理した。



図 2-1 農研機構の提供する1kmメッシュの気象データシステム(<https://amu.rd.naro.go.jp/>)

さらに 1990 年から 2019 年を対象として、4 月 1 日から 10 月 31 日の期間の平均日平均気温、有効積算気温 (Biological Effective Day-Degrees ; BEDD : ぶどうが生育している期間の植物体の生育に有効な積算気温) を計算し、それらの年次変動を図 2-2、表 2-1 に示す既存文献と照合することで空知地域における醸造用ぶどうの適正品種を検討した。本編では各ワイナリー・ヴィンヤードの平均値のグラフを掲載し、それらのコメントを記載した。個々のデータについては資料編に整理した。

Grapevine Climate/Maturity Groupings



生育期間の日平均気温(北半球4~10月、南半球10~4月)

図 2-2 生育期間の平均気温に対応した醸造用ぶどう品種 (Jones and Duff, 2007)

表 2-1 BEDD に基づく醸造用ぶどうの品種(Gladstone, 2011)

	赤ワイン用品種	白ワイン用品種
グループ1 1020℃		ブーヴィエ、マデレーヌ・アンジョヴィヌ、マドレーヌ・シルヴァーナ、オプティマ、オルテガ、ライヒェン シュタイナー、シェーンブルガー、ジーガレーベ
グループ2 1080℃	Blue Portuguese、ムニエ、ツヴァイゲルト	オーセロワ、バッカス、Breidecker、シヤスラ、ファーバー、フクセルレーベ、ミュラートルガウ、マスカット・オットネル、セイヴァル・ブラン
グループ3 1140℃	バスタルド、シャンブルサン、ドルンフェルダー、ガメイ、ピノ・ノワール	アルバリーニョ、シャルドネ、エーレンフェルザー、エルブリング、フリュアーローター・ヴェルトリーナー、ゲヴェルツトラミネール、ケルナー、モリオ・ムスカート、Muscat à Petits Grains、オندانク、ペドロ・ヒメネス、ピノ・ブラン、ピノ・グリ、ソービニオン・ブラン、ショイレーベ、シルバーナ、サルタナ、ヴェルデーリョ
グループ4 1200℃	アレアティコ、ドルチェット、デュリフ、グロロー、レンベルガー、マルベック、ピノタージュ、テンプラニーニョ、ティンタアマレラ、トロリンガー、ジンファンデル	アリゴテ、フェルナン・ピレス、フェテアスカ、グリュナー・ヴェルトリーナー、レアニカ、ムロン、ミュスカデル、リースニング、ロートギプフラ、Sauvignonasse、セミヨン
グループ5 1260℃	カベルネ・フラン、サンソー、ラグレイン、メルロー、シラー	アルネイス、シュナン・ブラン、フルミント、マルサンヌ、ルカツイテリ、Taminga、Tulillah、ヴィオニエ、ヴェルシュリースリング、ツィアファンドラー
グループ6 1320℃	アルヴァレリヤン、バルベーラ、カベルネ・ソービニオン、コルヴィーナ、カダルカ、モンドウーズ、ルビー・カベルネ、サンジョヴェーゼ、タナ、トウリガナシオナル、ヴァルディギエ	コロンバル、クルシェン、フォル・ブランシュ、ハーシュレベリユ、マカベオ、マルヴァジア・ピアンカ、パロミノ、ルーサンヌ
グループ7 1380℃	カルメネール、クロアティーナ、グラシアーノ、グルナッシュ、グリニョリーノ、ミッシェン、ムーリスコ・ティント、ネッピオーロ、プティ・ヴェルド、ラミスコ、スキアカレロ、ソウサン、ティリアン	アイレン、ガルガーネガ、グロ・マンサン、プティ・マンサン、モーザック、トレビアーノ
グループ8 1440℃	アリアニコ、アラモン、カナイオーロ、カリニヤン、モンテプルチアーノ、ムールヴェードル、プラヴァツ・マリ、ラボーズ	ブルーブルーラン、クレレット、グルナッシュ・ブラン、マスカット・オブ・アレキサンドリア、ピクプール、ラビガト、セルシアル、テレ・ブラン、テレ・グリ、ヴェルディッキオ
グループ9 1500℃	ネグロアマーロ、タランゴ	Biancone、ボンビーノ・ピアンコ、Doradillo

※適切なカタカナ表記が認められない品種は原文のまま表示

(2) 将来の気象条件の推定(2020～2044年)

気象の将来予測を把握するために、上述の農研機構メッシュ農業気象データシステムに格納されている予測値(合計4パターン)を利用し(表2-2)、各ヴィンヤード・ワイナリーの該当メッシュのデータ(平均気温、最高気温、最低気温、降水量)を抽出し、5か年単位で月別にグラフを作成した。

5か年単位に気象項目を整理すると、年次変動の詳細が把握しづらくなるので、予測値についても生育期間(4～10月)、開花期(6月)、開花期間(6月下旬～7月上旬)、成熟期(9～10月)、冬期間(11～3月)、融雪期(3月)別にデータを集約し、各期間における気象の年次変動をグラフとして整理した。

本編では様々な期間の各ワイナリー・ヴィンヤードにおける年次変動(平均値)のグラフを掲載し、それらに対するコメントを記載した。なお個々のワイナリー・ヴィンヤードの5か年単位のデータや様々な時期の年次変動データについては、別途資料編に整理した。

さらに気象データと同様に4月1日から10月31日の期間の平均日平均気温、有効積算気温についても整理し、各ワイナリー・ヴィンヤードにおける年次変動(平均値)に基づいて適正品種の将来予測について検討した。

表2-2 本業務で利用した気象モデル・シナリオ・気象項目

気象モデル	シナリオ	項目
MIROC5	RCP8.5	月別平均日平均気温
		月別平均日最高気温
		月別平均日最低気温
		月別積算降水量
	RCP2.6	月別平均日平均気温
		月別平均日最高気温
		月別平均日最低気温
		月別積算降水量
MRI-CGCM3	RCP8.5	月別平均日平均気温
		月別平均日最高気温
		月別平均日最低気温
		月別積算降水量
	RCP2.6	月別平均日平均気温
		月別平均日最高気温
		月別平均日最低気温
		月別積算降水量

本報告に利用した気候モデル、シナリオは以下の通りである。

a) 計算に用いた気候モデルはMIROC5、MRI-CGCM3の2モデルであり、MIROC5は東京大学・国立研究開発法人国立環境研究所・国立研究開発法人海洋研究開発機

構の共同により、MRI-CGCM3 は気象庁が開発したモデルである。なお、これらのモデルはいずれも IPCC の第 5 次報告書の中で将来気象予測に用いられている。

b) シナリオは IPCC の第 5 次報告書から取り入れられた RCP (Representative Concentration Pathways) シナリオのうち、RCP8.5 と RCP2.6 シナリオを利用し、それぞれのモデルで計算が行われている。RCP8.5 は 2100 年における温室効果ガス排出量の最大排出量に相当するシナリオ、RCP2.6 は将来の気温上昇を 2℃以下に抑えるという目標のもとに開発されたシナリオである。

(3) 醸造用ぶどう地域適応品種調査(2013～2019年)

2013～2019年に北海道立総合研究機構農業研究本部 中央農業試験場(以下中央農業試験場と表記)が分析・計測した空知、後志、上川地域のピノ・ノワールの品質(糖度、酸度)、収量データの中でも、2013～2018年のデータを対象として、気象の関係を解析した(表 2-3)。2019年については提供を受けたデータを一覧表として資料編に整理した。

解析には、図 2-1 に示す「農研機構メッシュ農業気象データシステム」の1kmメッシュ気象データを利用した。

① ピノ・ノワールにおける糖度、酸度と気象要因の解析

昨年度までの解析結果から、糖度、酸度とも生育期間(4～10月)の平均日平均気温に影響を受けており、糖度とは正の相関関係、酸度とは負の相関関係を示すことが明らかになった。今年度は2018年のデータを含めた場合にも、昨年度の傾向が適合するかどうかの主眼を置き、4～10月の平均日平均気温とピノ・ノワールの品質(糖度、酸度)の関係を単回帰分析により検討した。

② ピノ・ノワールにおける収量と気象要因の解析

昨年度までの解析結果からピノ・ノワールの収量と何らかの関連性が見られたのは4～10月の積算降水量だけ(負の相関関係)であり、他の気象要因との関係は不明瞭であった。また、その理由として下記の点が挙げられた。

1) 空知地域では同一年次の収量データの地点間差が、年次間差を上回っており、収量に及ぼす気象要因の影響を正確に把握することは困難である。

2) 収量には生育期間(4～10月)以外に、冬期間、前年の気象(花房の数・大きさに影響)等、複数の要因が影響しており、単回帰分析では明確な傾向が得られない。

そこで、本年度は中央農業試験場と協議し下記の通りの対応を行うこととした。

1) 上川、後志地域の収量データのみを解析対象とし、その中でも気象要因に収量に及ぼす影響をより鮮明にするため、有機栽培を行っているワイナリー・ヴィンヤードの収量データは解析から除外した(表 2-3)。

2) 検討する期間として、当年の生育期間(4～10月)に加え、前年、冬期間(凍害危険日)、春期間(寒害危険日)を加えた。そのうち、前年については、中央農業試験場と協議し、8～10月の期間で検討することとした。

3) 単回帰分析ではなく、複数の要因の収量に対する寄与を解析することが可能な重回帰分析という手法を用いて、収量と気象要因の関係を検討した。具体的には変数増減法という手法

を用いて、変数採択基準を p 値 2 に設定した。

③ 解析の妥当性

糖度、酸度および収量と気象要因の解析結果については、令和元年 7 月 23 日に空知総合振興局担当職員、データ提供元の中央農業試験場の研究員に説明し、妥当性について承諾を得た。

④ 収量に及ぼす土壌要因の影響

収量変動に及ぼす要因として土壌要因にも着目し、中央農業試験場が過年度実施した土壌調査結果から、重回帰分析に利用した収量調査地点の土壌条件や、一筆圃場内に生育良好・不良区域が見られるヴィンヤードの土壌条件の区域差について整理を行った。

【重回帰分析】

一般に、複数の要因が影響する場合には、解析に重回帰分析という手法が用いられることが多い。例えば、人間の体重には、身長だけではなく、当然腹囲も影響し、身長が高く、腹囲が大きい人ほど体重が重くなる。このような場合には重回帰分析を用いると、下記のような体重予測式を作成することができる。

$$\text{体重} = A \times \text{身長} + B \times \text{腹囲} + C \quad R^2 = \text{〇〇}$$

この中で体重は「目的変数」、身長や腹囲は「説明変数」、A や B は「偏回帰係数」、 R^2 は「決定係数」と呼ばれる。その中でも R^2 は 0 から 1 の間の値を取り、 R^2 が 1 の場合、体重の変動は身長と腹囲から 100%説明できる(つまり、体重の変動は身長と腹囲のみに影響する)ことを示し、 R^2 が 0.5 の場合、体重の変動は身長と腹囲から 50%説明できる(つまり、体重の変動の半分は身長と腹囲に依存する)ことを示す。

表 2-3 解析に利用した品質・収量データ

調査年次	調査地点	系 統	糖度 (%)	酸度 (g/100ml)	収量 (kg/10a)	糖度・酸度解析	収量解析
2013年	上川南部A	667	19.2	1.38	461	○	○
	上川南部A	777	19.0	1.35	460	○	○
	上川南部A	able	18.9	1.24	567	○	○
	後志B	不明	19.1	1.15	1,139	○	○
	後志C	ドイツ系	19.2	0.92	1,471	○	○
	後志D	115	18.5	1.26	1,328	○	○
	後志D	777	18.2	1.16	1,440	○	○
2014年	上川南部A	667	20.3	1.17	710	○	○
	上川南部A	777	18.3	1.29	782	○	○
	上川南部A	able	20.3	1.32	926	○	○
	後志B	不明	21.8	1.04	1,353	○	○
	後志C	ドイツ系	20.6	1.00	1,436	○	○
	後志D	115	21.6	1.16	925	○	○
	後志D	777	19.7	1.07	1,327	○	○
2015年	南空知E	不明	21.2	1.62	273	○	
	上川南部A	667	18.4	1.31	864	○	○
	上川南部A	777	20.2	1.38	780	○	○
	上川南部A	able	17.9	1.52	1,017	○	○
	後志B	不明	19.6	1.06	736	○	○
	後志C	ドイツ系	17.1	1.06	1,316	○	○
	後志D	115	18.7	1.07	983	○	○
	後志D	777	18.3	1.07	899	○	○
2016年	南空知E	不明	20.9	1.43	715	○	
	南空知F	667	21.2	1.35	195	○	
	南空知F	MV6	20.0	1.49	299	○	
	上川南部A	667	19.2	1.26	342	○	○
	上川南部A	777	18.7	1.14	516	○	○
	上川南部A	able	19.2	1.42	471	○	○
	後志B	不明	21.3	1.13	695	○	○
	後志C	ドイツ系	21.2	0.97	928	○	○
	後志D	115	19.9	1.10	988	○	○
	後志D	777	19.5	1.06	770	○	○
2017年	南空知E	不明	20.6	1.37	854	○	
	南空知F	667	19.6	1.48	136	○	
	南空知F	MV6	22.2	1.41	192	○	
	南空知G	MV6	21.0	1.24	641	○	
	後志E	不明	18.7	1.55	1,284	○	○
	後志F	不明	19.0	1.49	820	○	
	後志F	不明	18.8	1.55	145	○	
	南空知F	667	19.2	1.29	281	○	
2018年	南空知F	MV6	19.0	1.44	215	○	
	南空知G	デジョン	18.0	1.91	539	○	
	南空知H	不明	18.6	1.62	593	○	
	南空知H	不明	17.4	1.81	263	○	
	後志E	不明	19.8	1.54	658	○	○
	後志F	不明	20.2	1.48	154	○	
	後志F	不明	21.8	1.14	257	○	
	南空知F	667	22.0	1.25	218	○	
2018年	南空知F	MV6	19.4	1.55	72	○	
	南空知G	デジョン	18.0	1.74	—	○	
	南空知H	不明	16.8	1.83	430	○	
	南空知H	不明	17.1	1.67	52	○	

2-2. 土壌調査

2-2-1. 土壌断面調査

マオイ自由の丘ワイナリー(長沼町)を調査対象とし(図 1-1)、2019年9月9日にワイナリーの協力を得てバックホウで土壌を掘削し、深さ1mまでを対象として土壌断面調査を行った。その際、掘削地点は生産者と協議し、複数のヴィンヤードのうち、これから醸造用ぶどうを栽培する予定のヴィンヤードとし、その斜面中腹で実施した(写真 2-1、写真 2-2)。調査項目は、①層位区分、②腐植、③土色、④礫、⑤土壌構造、⑥斑紋・結核、⑦孔隙、⑧根、⑨乾湿である。

さらに、本圃場では北海道大学大学院農学研究院生物環境工学分野土壌保全学研究室の柏木講師とも連携し、同日、北海道大学が斜面下部を対象として調査を行った。参考までにその結果についても本編の中で紹介する。



写真 2-1 土壌調査地点



写真 2-2 土壤掘削(左)と土壤採取(右)の状況

2-2-2. 土壤理化学性調査(土壤化学性と土壤物理性を合わせた総称のこと)

土壤養分状況の把握を目的とする土壤化学性分析は、生産者との協議に基づき、土壤断面調査地点の斜面中腹区域と、醸造用ぶどうが既に作付されている隣接ヴィンヤードの斜面中腹(写真 2-3)を調査対象とした。各地点でそれぞれ 0-10cm 程度の攪乱試料を採取し、pH、有効態リン酸、交換性加里、交換性苦土、交換性石灰、易還元性マンガンを、可溶性亜鉛、可溶性銅、CEC、熱水抽出性窒素、リン酸吸収係数、腐植含量の分析を行った。

その他、土壤断面調査時に、礫を多く含む第 3 層、4 層を除いた各層位で、攪乱試料と 100cc 円筒管による不攪乱試料を採取し(写真 2-2)、攪乱試料から粒径組成の分析を、100cc 円筒管から飽和透水係数、三相分布、易有効水分の分析を行った。

これらの分析は、いずれも「土壤・作物栄養診断のための分析法 2012(北海道立総合研究機構農業研究本部, 2012)」にしたがって実施した。



写真 2-3 醸造用ぶどう作付区域の表層土壌採取状況

3. 調査結果

3-1. 気象調査

3-1-1. 各ワイナリー・ヴィンヤードの気象の現状と将来予測

各ワイナリー・ヴィンヤードの気象の実測値(平均)と将来予測値(平均)の年次変動を期間別に説明する。なお、日日照時間については予測値がないため、実測値のみの年次変動に対してコメントを記載した。

(1) 生育期間(4~10月)の気象

① 日平均気温

図 3-1 には生育期間の平均日平均気温の時系列変化を予測モデル別に示す。

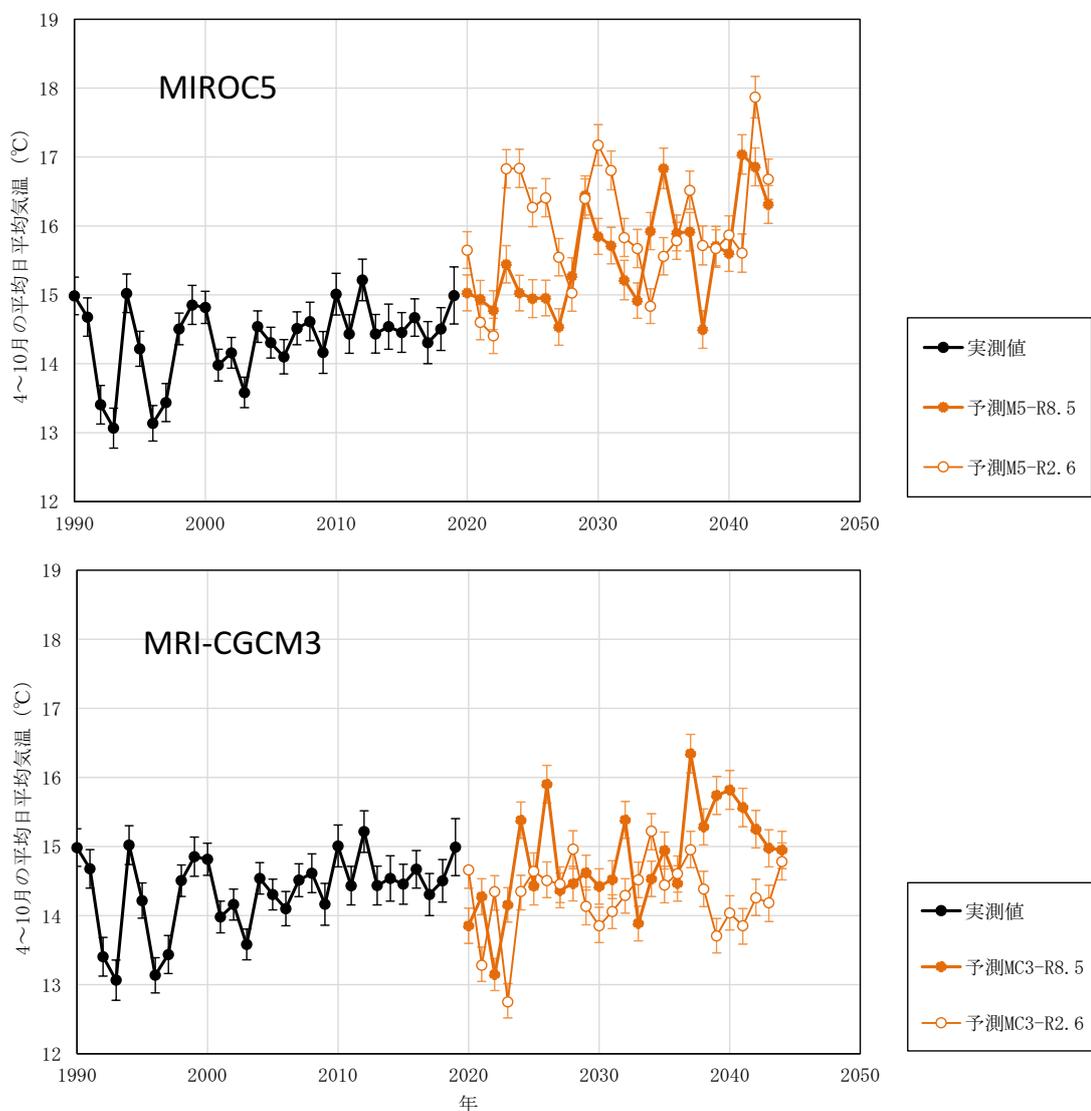


図 3-1 生育期間の平均日平均気温の実測値と将来予測値
(各ワイナリー・ヴィンヤード平均値、エラーバーは標準偏差)

平均日平均気温の実測値は、2010 年以前に比べて 2010 年以降で年次変動が小さくなり、概ね 14.5℃前後で高位安定化する。

MIROC5 では、両シナリオとも日平均気温が上昇するという予測結果を示した。シナリオによる差は小さく、2040 年以降には概ね 15.5℃以上で推移することが予測された。

MRI-CGCM3 では、R8.5 で現状よりもやや高温化する予測結果を示し、2037 年以降は 15℃以上で推移することが予測された。それに対して R2.6 では予測期間を通して、現状より同等かやや低くなるという予測結果になった。

② 日最高気温

図 3-2 には生育期間の平均日最高気温の時系列変化を予測モデル別に示す。

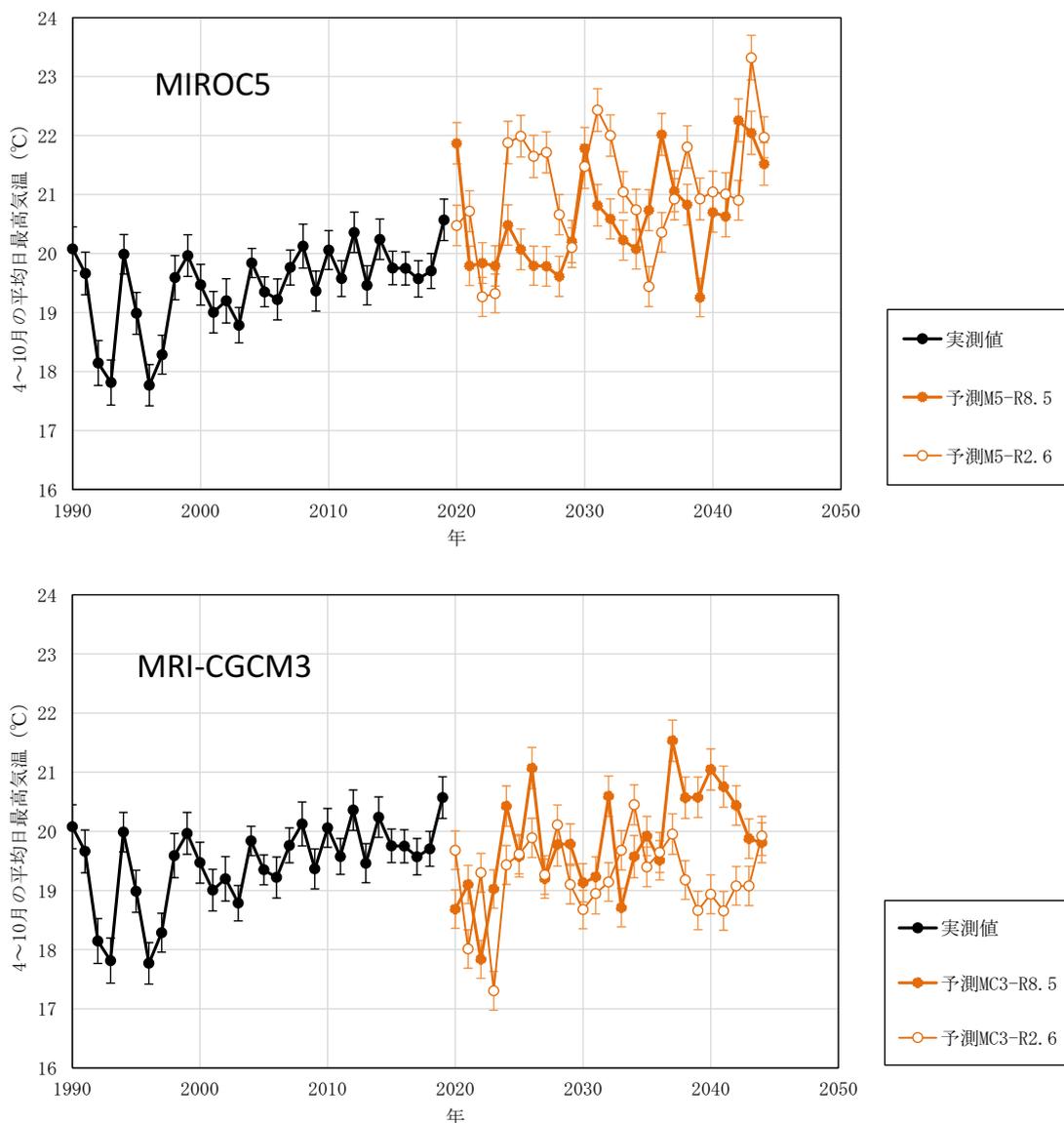


図 3-2 生育期間の平均日最高気温の実測値と将来予測値
(各ワイナリー・ヴィンヤード平均値、エラーバーは標準偏差)

平均日最高気温の実測値は、日平均気温と同様に 2010 年以前に比べて 2010 年以降で年次変動が小さくなり、概ね 19.5℃前後と高位安定化する。また 2019 年は 1990 年以降の中で最大値を示した。

MIROC5 では、両シナリオとも日最高気温が上昇するという予測結果を示した。シナリオによる差は小さく、2040 年以降には概ね 20℃以上で推移することが予測された。

MRI-CGCM3 では、R8.5 で現状よりもやや高温化する予測結果を示し、2037 年以降は 20℃以上で推移することが予測された。それに対して R2.6 では予測期間を通して、現状より同等かやや低くなるという予測結果になった。

③ 日最低気温

図 3-3 には生育期間の平均日最低気温の時系列変化を予測モデル別に示す。

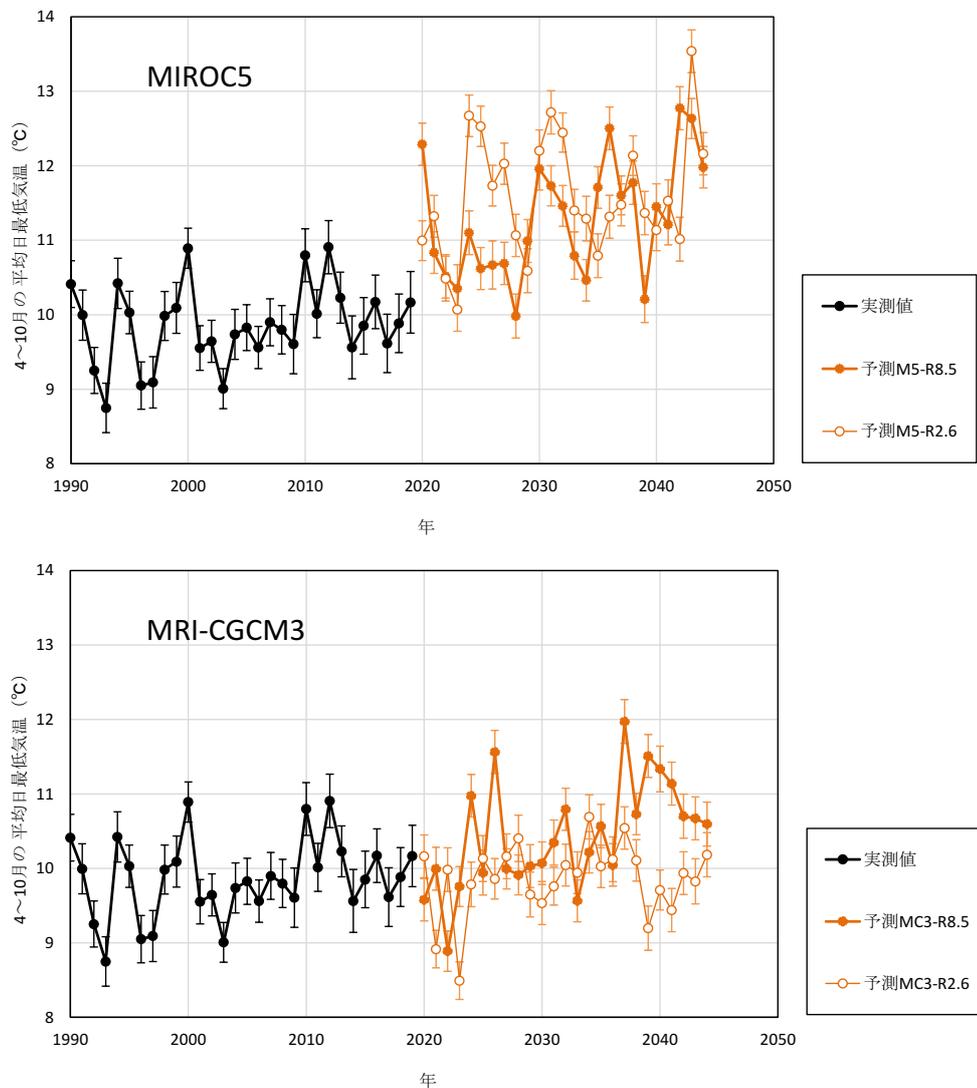


図 3-3 生育期間の平均日最低気温の実測値と将来予測値
(各ワイナリー・ヴィンヤード平均値、エラーバーは標準偏差)

平均日最低気温の実測値は、日平均気温、日最高気温等で見られた 2010 年以降の高位安定化傾向が不明瞭であり、期間を通して 9~11℃の間を年次変動した。

MIROC5 では、両シナリオとも日最低気温が上昇するという予測結果を示した。シナリオによる差は小さく、2040 年以降には概ね 11℃以上で推移することが予測された。

MRI-CGCM3 では、R8.5 で現状よりもやや高温化する予測結果を示し、2037 年以降は 10.5℃以上で推移することが予測された。それに対して R2.6 では予測期間を通して、現状より同等かやや低くなるという予測結果になった。

④ 積算降水量

図 3-4 には生育期間の積算降水量の時系列変化を予測モデル別に示す。

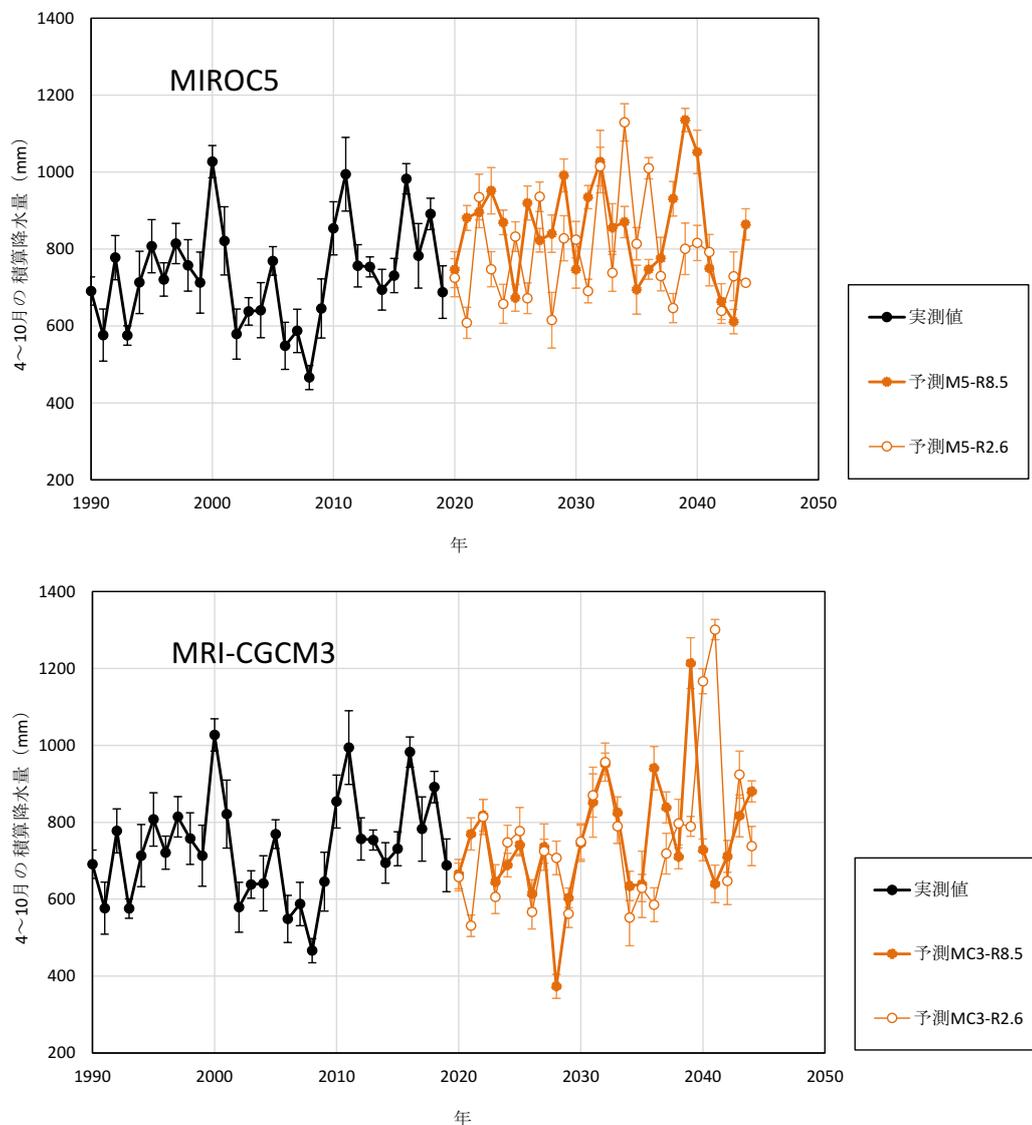


図 3-4 生育期間の積算降水量の実測値と将来予測値
(各ワイナリー・ヴィンヤード平均値、エラーバーは標準偏差)

積算降水量の実測値は概ね 400～1000mm の範囲で年次変動するが、2010 年以降は常時 600～1000mm の範囲と明らかに年次変動幅が小さくなり、高位安定化する。

MIROC5 では、R8.5 で期間を通して 600mm 以上と 2010 年以降の実測値と同じような変動で推移することが予測された。R2.6 も R8.5 と同様に期間を通して概ね 600～1200mm の範囲で推移することが予測された。

MRI-CGCM3 では、シナリオによる差が小さく、いずれも現状よりも年次変動が大きくなるという予測結果であった。特に 2035 年以降、両シナリオとも 1200mm を上回るような降水量が予測された。

⑤ 日日照時間

図 3-5 には生育期間の平均日日照時間の時系列変化を示す。

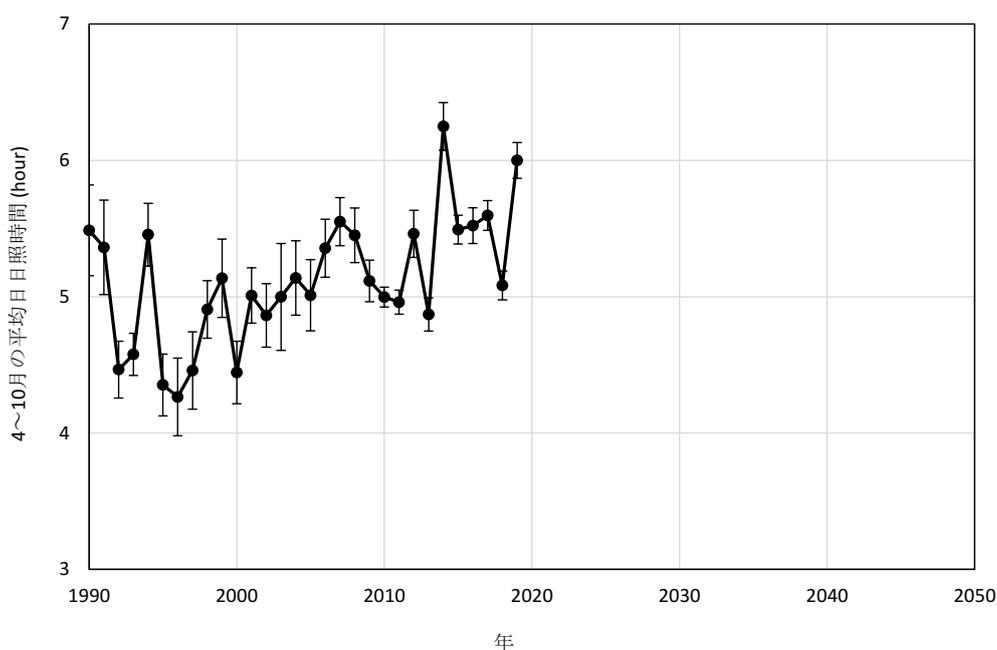


図 3-5 生育期間の平均日日照時間の実測値
(各ワイナリー・ヴィンヤード平均値、エラーバーは標準偏差)

1990～2000 年にかけて平均日日照時間の実測値は 5 時間を下回る年次が頻発していたが、2001 年以降、平均日日照時間は概ね、5 時間以上で推移する傾向にあり、明らかに日照時間は高位安定化した。

⑥ まとめ

生育期間(4～10 月)の実測値においては近年、高温(特に日平均気温、日最高気温)、高照

傾向に変化した。また、積算降水量 600mm 未満の少雨の年がなくなった。本来、高照と多雨は相反する項目であり、この傾向は1回の降雨の量が増大していることを示しているのかもしれない。

一方、予測値については4パターンがあるが、気温に関しては1パターン(MRI-CGCM3)を除いて高温化、積算降水量に関しては各パターンとも増加することが予測されていた。ただし、予測値はあくまでも可能性の一つを示したものに過ぎず、その予測結果には大きな不確実性を含むことにも十分、留意することが必要である。

(2) 開花期(6月)

① 日平均気温

図 3-6 には開花期の平均日平均気温の時系列変化を予測モデル別に示す。

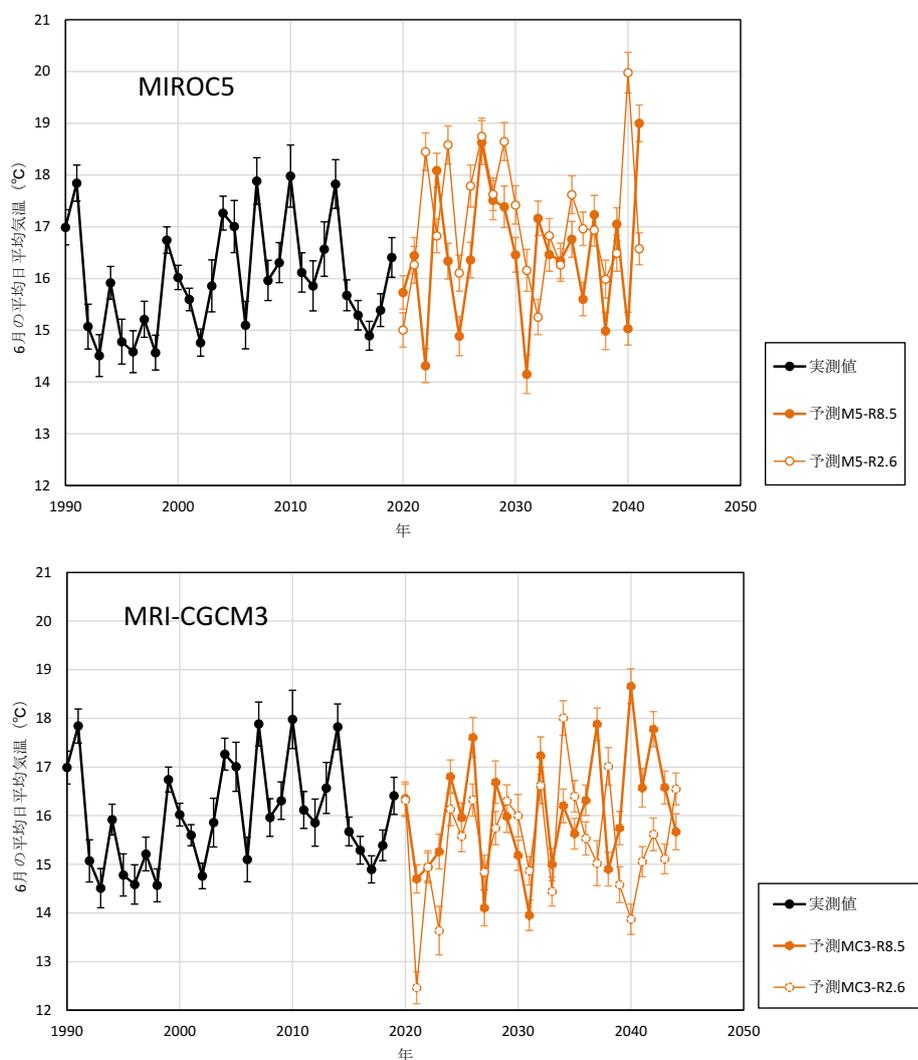


図 3-6 開花期の平均日平均気温の実測値と将来予測値
(各ワイナリー・ヴィンヤード平均値、エラーバーは標準偏差)

開花期の平均日平均気温の実測値は 14.5～18°C の範囲で変動し、生育期間に確認した 2010 年以降の高温化が、この期間には見られなかった。逆に直近の 2015～2018 年ではいずれも 16°C 未満と低温傾向で推移したが、2019 年は約 16.5°C と幾分高い値を示した。

MIROC5 では、R8.5 で 14～19°C、R2.6 で 15～20°C の範囲で推移するという予測結果になり、現状値よりも年次変動が拡大すると共に、R2.6 では高温化する傾向を示した。

MRI-CGCM3 では、R8.5 では 14～19°C、R2.6 では 12～18°C の範囲で推移するという予測結果であり、現状値と同等あるいは下回るような結果を示した。

② 日最高気温

図 3-7 には開花期の平均日最高気温の時系列変化を予測モデル別に示す。

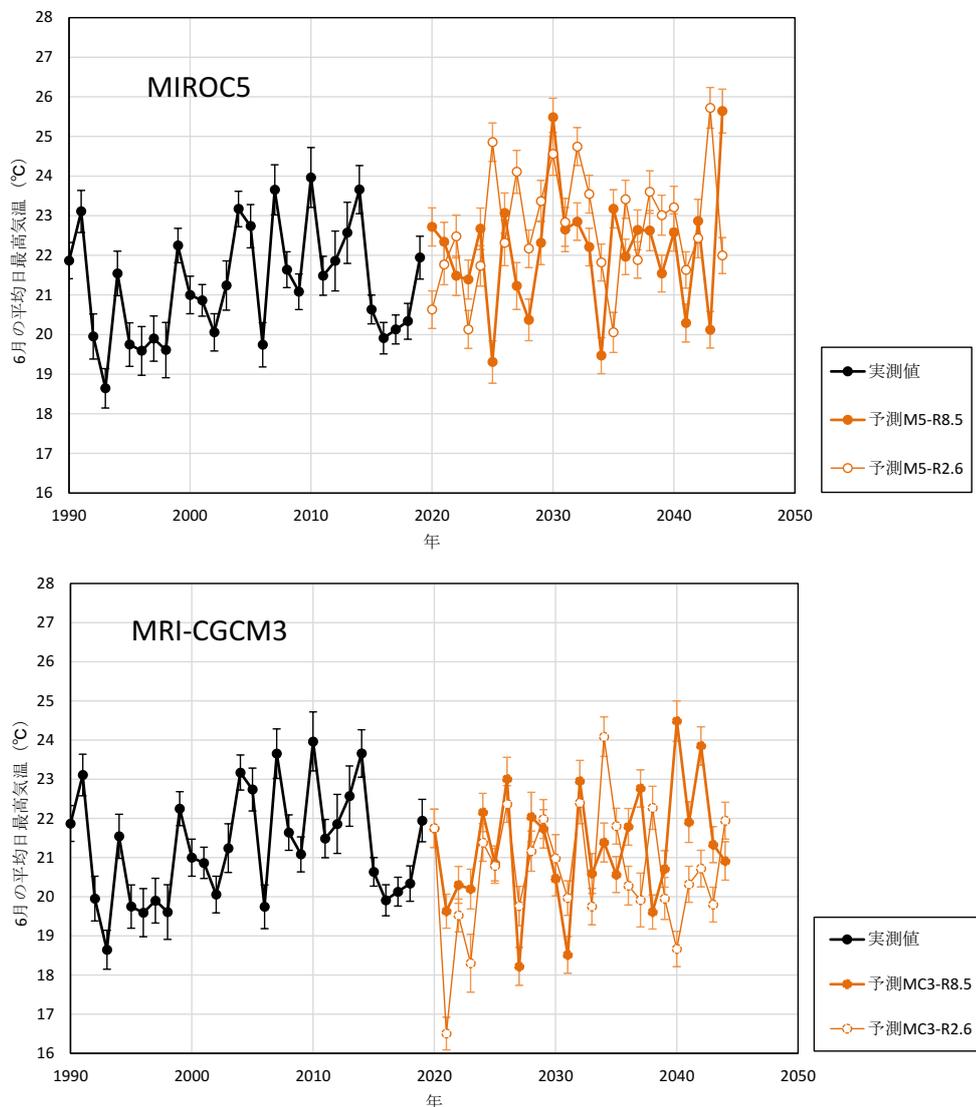


図 3-7 開花期の平均日最高気温の実測値と将来予測値
(各ワイナリー・ヴィンヤード平均値、エラーバーは標準偏差)

開花期の平均日最高気温の実測値は概ね 18.5～24℃の範囲で年次変動し、生育期間に確認した 2010 年以降の高温化が、この期間には見られなかった。逆に直近の 2015～2018 年ではいずれも 21℃未満と低温傾向で推移したが、2019 年は約 22℃と幾分高い値を示した。

MIROC5 では、R8.5 で日最高気温が 19～26℃の範囲で変動するという予測結果に、R2.6 では 20～26℃と現状より高温傾向で推移するという予測結果になった。

MRI-CGCM3 では、R8.5 では 18～25℃、R2.6 では 16～22.5℃の範囲で変動すると予測され、特に R2.6 の予測結果は現状を下回るという結果になった。

③ 日最低気温

図 3-8 には開花期の平均日最低気温の時系列変化を予測モデル別に示す。

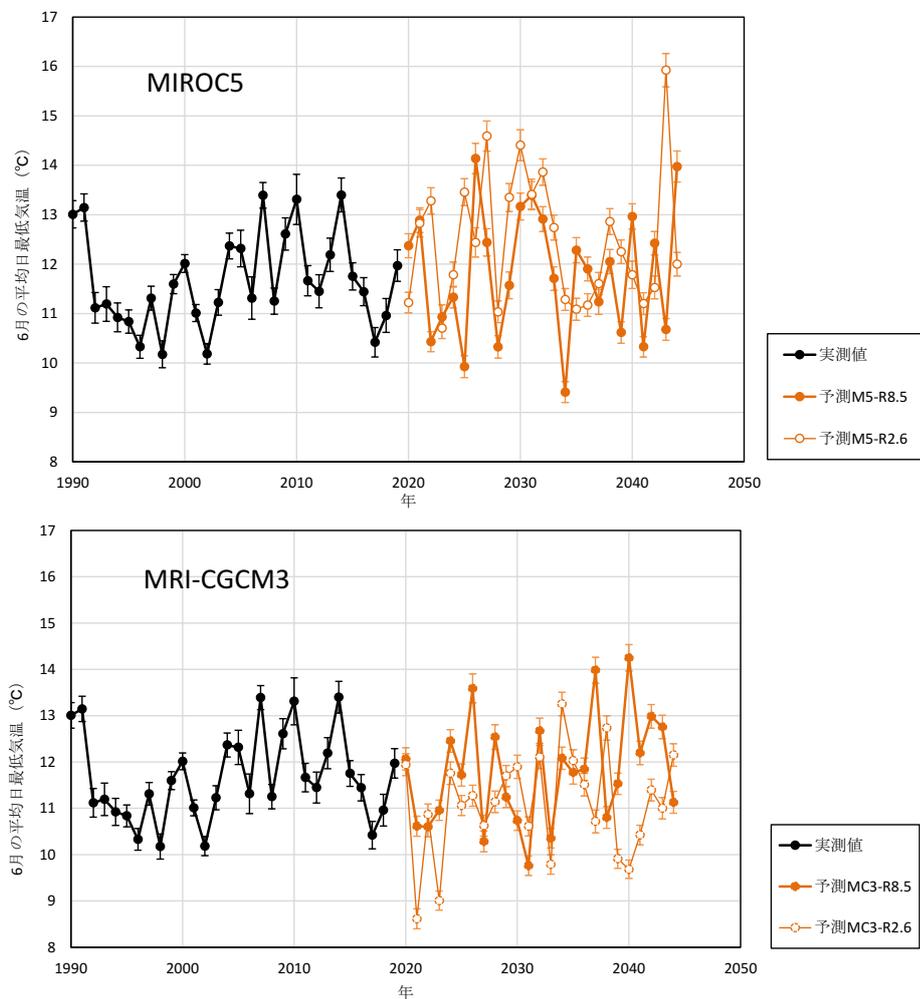


図 3-8 開花期の平均日最低気温の実測値と将来予測値
(各ワイナリー・ヴィンヤード平均値、エラーバーは標準偏差)

開花期の平均日最低気温の実測値は 10～13.5℃の範囲で変動した。また直近の 2017～2018 年は 11℃未満と低温であったが、2019 年は約 12℃と幾分高い値を示した。

MIROC5 では、両シナリオとも現状より日最低気温の年次変動が拡大し、R8.5 では 9～14℃、R2.6 では 10.5～16℃で推移するという予測結果になった。

MRI-CGCM3 における予測も、MIROC5 と同様に年次変動が拡大し、R8.5 では 9.5～14.5℃、R2.6 では 8.5～13.5℃の範囲で推移するという結果であった。その中でも R2.6 は現状値よりも低く推移するという予測結果を示した。

④ 積算降水量

図 3-9 には開花期の積算降水量の時系列変化を予測モデル別に示す。

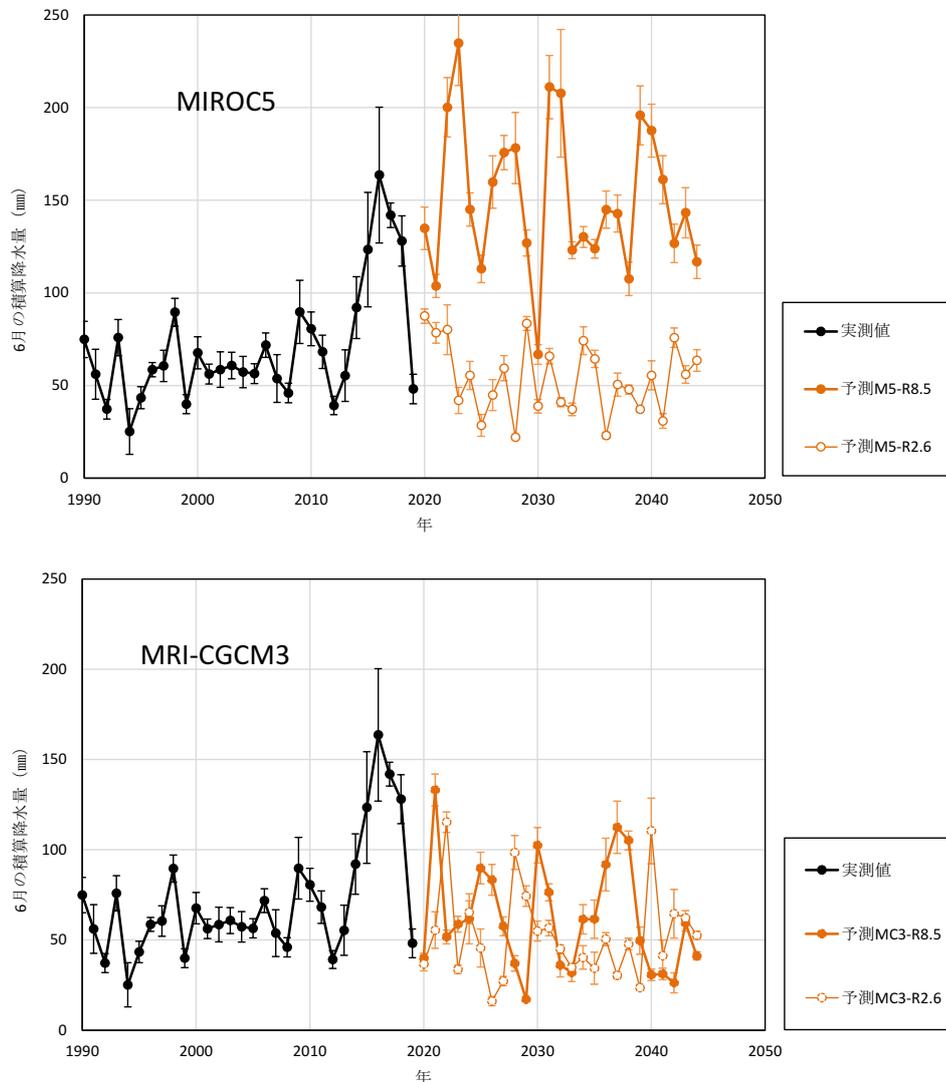


図 3-9 開花期の積算降水量の実測値と将来予測値
(各ワイナリー・ヴィンヤード平均値、エラーバーは標準偏差)

積算降水量の実測値は 2014 年までは 100mm 未満の範囲で年次変動するが、2015～2018 年はいずれも 120mm 以上と 2014 年以前の降水量を上回る範囲で推移した。一方、2019 年は約 50mm と 2014 年以前の水準に戻った。

MIROC5 では、R8.5 で実測値の 2015～2018 年に観測された実測値と同程度の多雨が予測されるという結果に対して、R2.6 では 2014 年以前の実測値と同水準の降水量で年次変動するという予測結果となった。

MRI-CGCM3 では、シナリオによる差が小さく、両シナリオとも、2014 年以前の実測値と同等かやや多い水準で推移することが予測された。

⑤ 日日照時間

図 3-10 には開花期の平均日日照時間の時系列変化を示す。

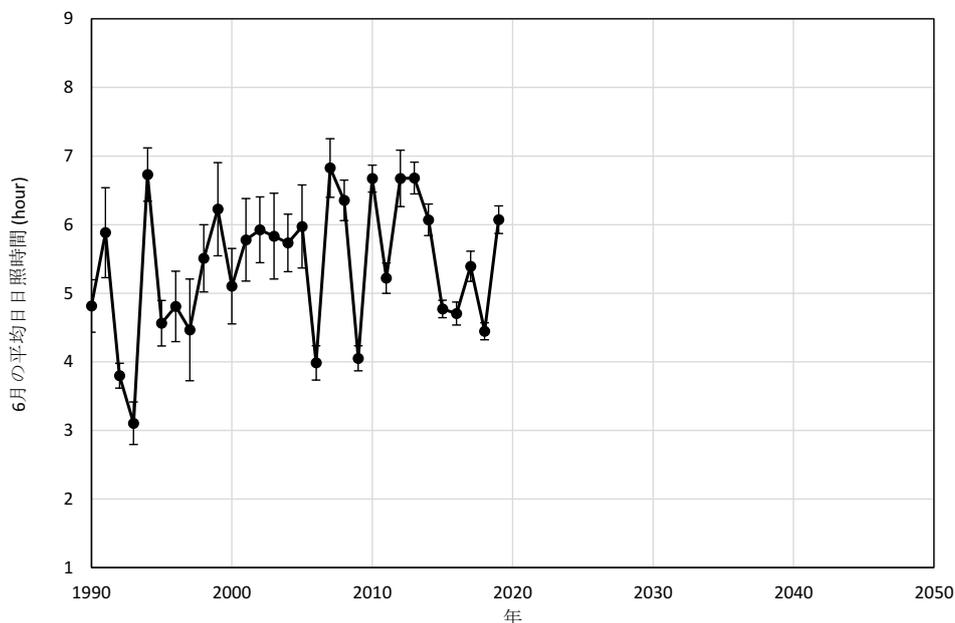


図 3-10 開花期の平均日日照時間の実測値
(各ワイナリー・ヴィンヤード平均値、エラーバーは標準偏差)

開花期の平均日日照時間の実測値は 3～7.5 時間と年次変動が大きいが、積算降水量が 120mm 以上と極端に増加する 2015～2018 年の平均日日照時間は、いずれも 5.5 時間未満と低く推移した。しかし、2019 年は積算降水量が 50mm 程度と少なく(図 3-9)、それに伴い平均日日照時間は 6 時間程度に回復した。

⑥ まとめ

開花期(6月)の実測値においては、2015～2018年の4年間は、低温、多雨、低照条件であり、特に積算降水量については2015年以降、120mm以上とこれまでにない水準の降雨が観測された。開花前の気象不良は花器の生育を妨げるので原因となり、収量低下等の危険性がある。2019年は低温、多雨、低照傾向が幾分緩和しているが、引き続き開花期の気象は注意深くモニタリングしていくことが重要である。

一方、予測値については4パターンがあるが、気温に関しては予測モデルやシナリオによって高温化や低温化等、大きく予測結果が異なった。降水量は2015～2018年に見られた120mm以上の降水量と整合性を示したのは、MIROC5のR8.5シナリオの1パターンであった。

(3) 開花期間(6月下旬～7月上旬)

① 日平均気温

図 3-11 には開花期間の平均日平均気温の時系列変化を予測モデル別に示す。

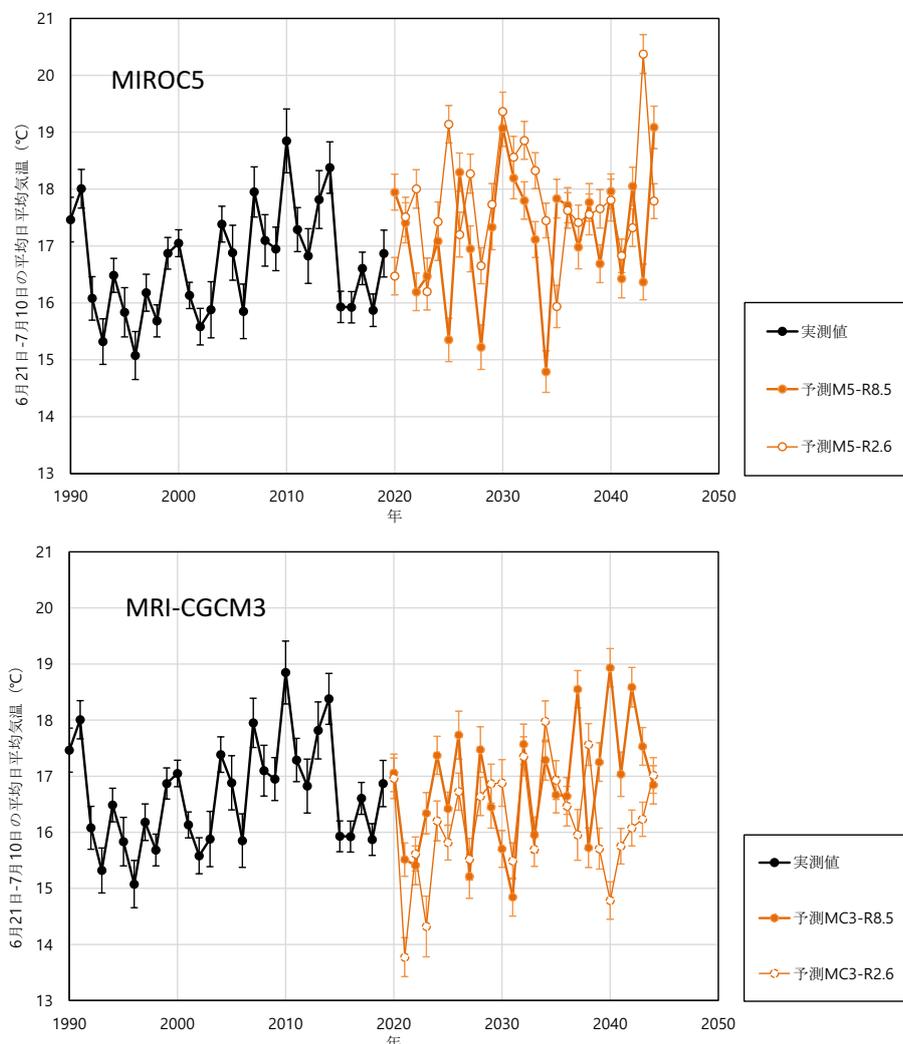


図 3-11 開花期間の平均日平均気温の実測値と将来予測値
(各ワイナリー・ヴィンヤード平均値、エラーバーは標準偏差)

開花期間の平均日平均気温の実測値は 15～19℃の範囲で変動し、生育期間に確認した 2010 年以降の高温化が、この期間には見られなかった。逆に直近の 2015～2018 年では概ね 15.5～16.5℃の範囲内と比較的低く推移したが、2019 年は約 17℃と幾分高い値を示した。

MIROC5 では、R8.5 で 14.5～19℃で変動し、その変動幅は実測値と同様の結果を示した。それに対して、R2.6 では 16～20.5℃と年次変動が拡大すると共に、現状よりも高温化するという予測結果になった。

MRI-CGCM3 における予測では、R8.5 の場合、現状(特に 2014 年以前)と同傾向であるが、R2.6 では 13.5～17℃で変動し、現状値よりも低くなるような予測結果となった。

② 日最高気温

図 3-12 には開花期間の平均日最高気温の時系列変化を予測モデル別に示す。

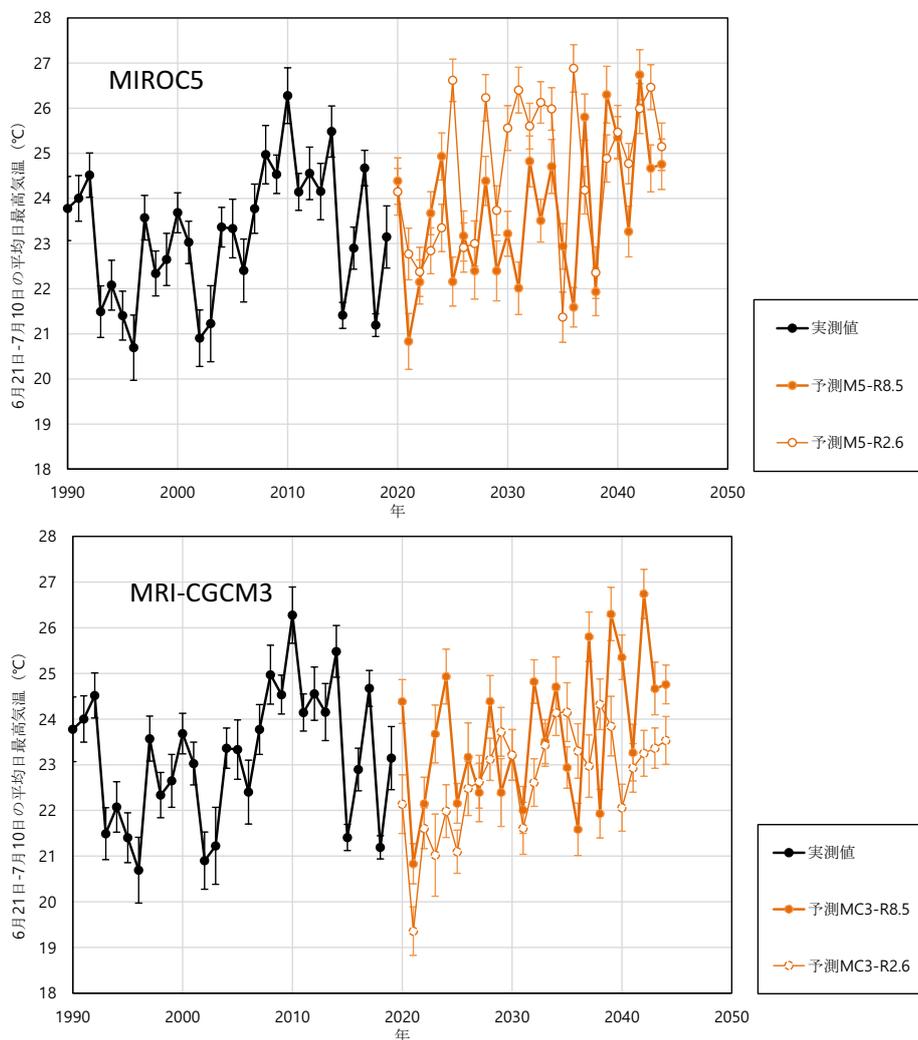


図 3-12 開花期間の平均日最高気温の実測値と将来予測値
(各ワイナリー・ヴィンヤード平均値、エラーバーは標準偏差)

開花期間の平均日最高気温の実測値は 20.5～26.5°C の範囲で変動し、生育期間に確認した 2010 年以降の高温化が、この期間には見られなかった。

MIROC5 では、R8.5 で年次変動は現状とほぼ同程度であるという予測結果であった。それに対して、R2.6 では 21～27°C と、現状よりもやや高温化するという予測結果になった。

MRI-CGCM3 における予測では、R8.5 で現状と同程度の変動を示すのに対して、R2.6 で 19～24.5°C で変動すると予測されており、その結果は現状値よりも低かった。

③ 日最低気温

図 3-13 には開花期間の平均日最低気温の時系列変化を予測モデル別に示す。

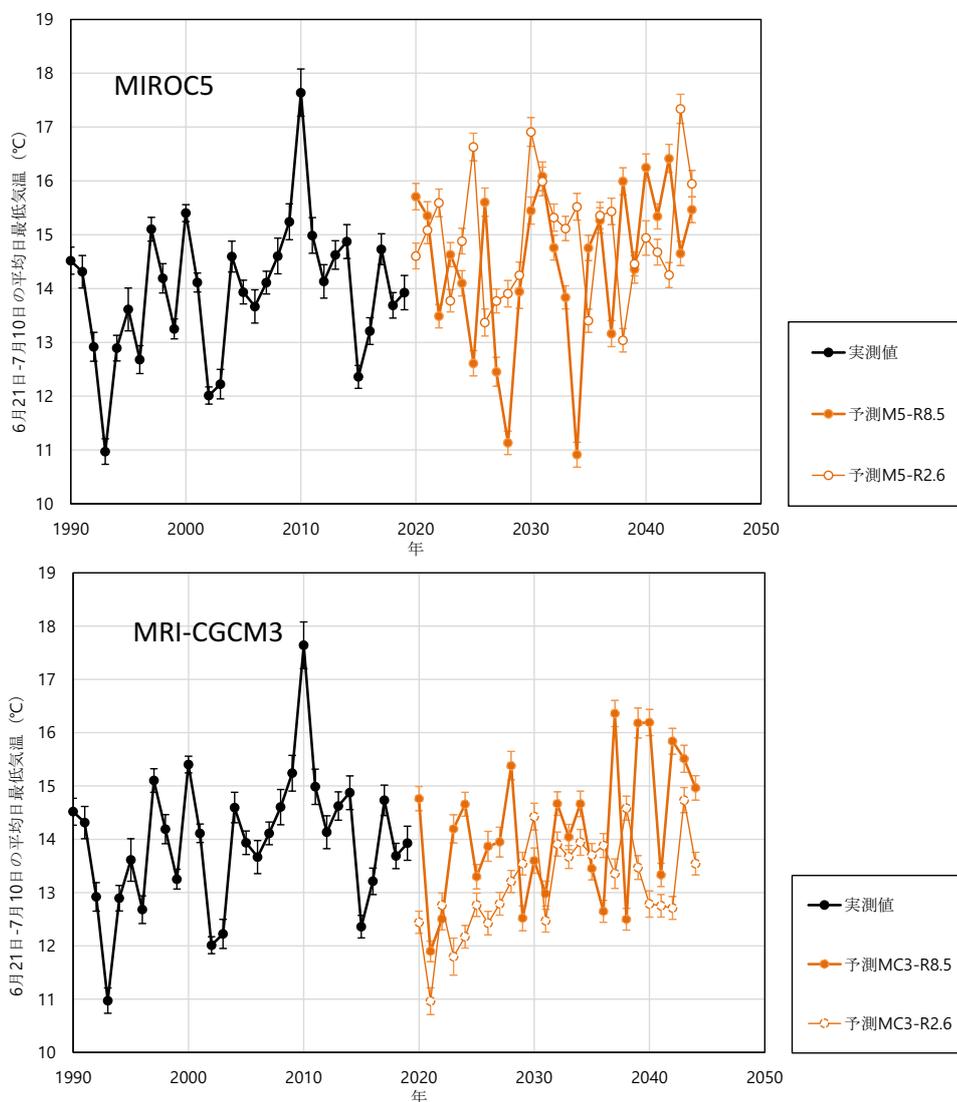


図 3-13 開花期間の平均日最低気温の実測値と将来予測値
(各ワイナリー・ヴィンヤード平均値、エラーバーは標準偏差)

開花期間の平均日最低気温の実測値は 11～18℃の範囲で年次変動した。

MIROC5 では、R8.5 で概ね現状値と同程度であり、その年次変動は 11～16℃の範囲であった。それに対して、R2.6 では 13～17.5℃と年次変動が小さくなり、現状よりもやや高温化するという予測結果になった。

MRI-CGCM3 では、R8.5 で概ね現状値と同程度であり、その年次変動は 12～16.5℃の範囲であった。一方、R2.6 では 11～15℃の範囲で年次変動すると予測されており、その予測結果は現状値よりも低い値であった。

④ 積算降水量

図 3-14 には開花期間の積算降水量の時系列変化を予測モデル別に示す。

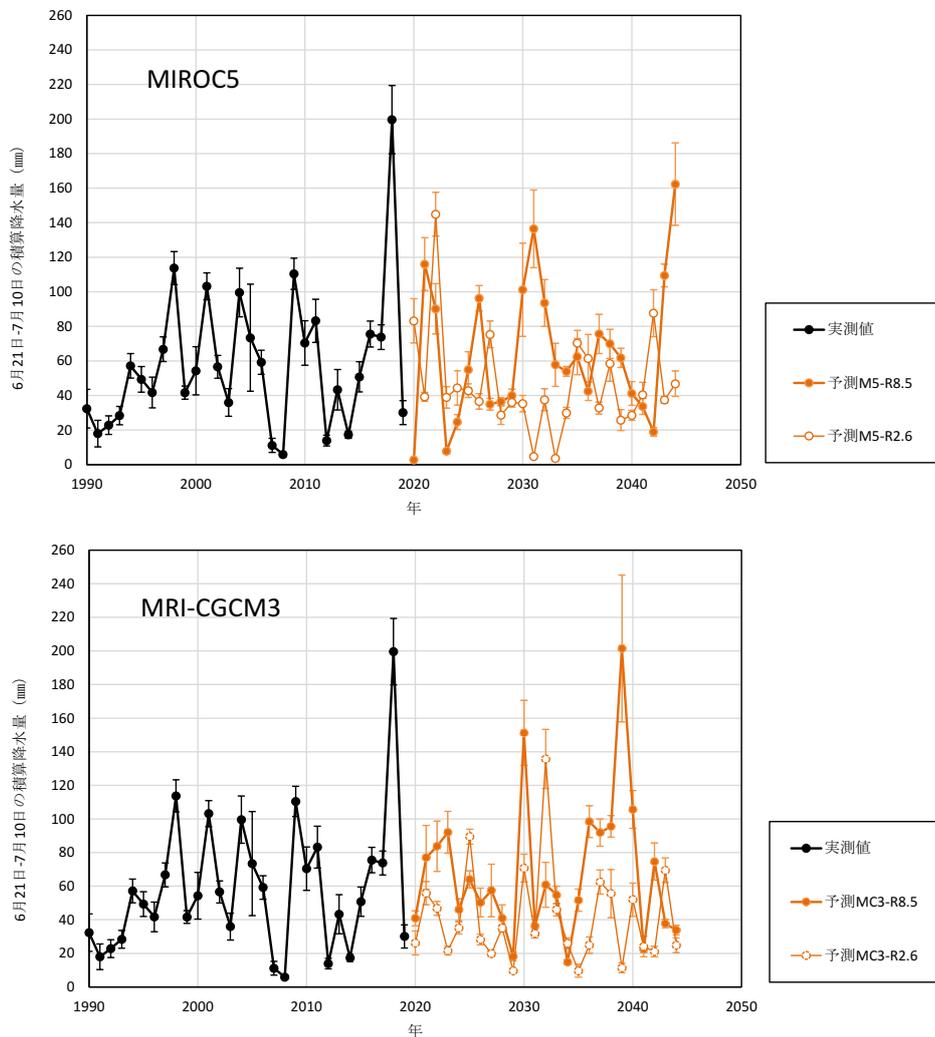


図 3-14 開花期間の積算降水量の実測値と将来予測値
(各ワイナリー・ヴィンヤード平均値、エラーバーは標準偏差)

積算降水量の実測値は 2017 年までは 120mm 未満の範囲で変動していたが、2018 年に約 200mm とこれまでにない降雨が観測された。一方、2019 年は 30mm 程度と少ない降水量であった。

MIROC5 では、R8.5 で、2018 年の実測値ほどではないが、100mm を上回るような降雨が頻発する予測となった。R2.6 では 2022 年に約 140mm の降雨が観測される予想であるが、それ以外の年次では 0~90mm という予測結果であり、2018 年以外の実測値と比べて同等あるいは少雨となる予測であった。

MRI-CGCM3 では、R8.5 の場合、130mm 以上の降雨が 2 度観測される予測であり、それ以外の年次は 2018 年以外の実測値と同程度であった。一方、R2.6 では 130mm 以上の降雨が一度

観測される予測であるが、それ以外の年次では0～90mmと2018年以外の実測値と比べて同等あるいは少雨となる予測であった。

⑤ 日日照時間

図 3-15 には開花期間の平均日日照時間の時系列変化を示す。

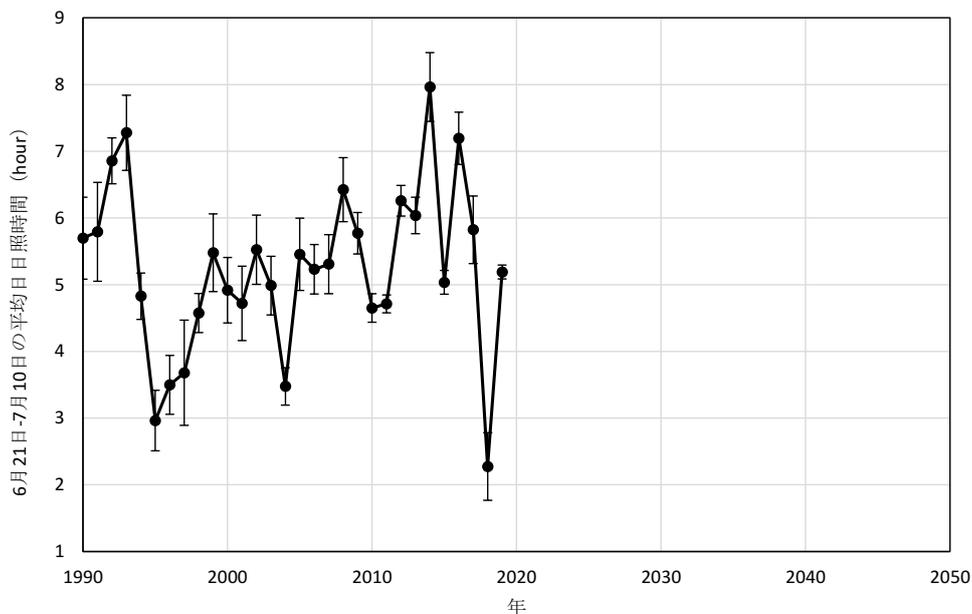


図 3-15 開花期間の平均日日照時間の実測値
(各ワイナリー・ヴィンヤード平均値、エラーバーは標準偏差)

開花期間の平均日日照時間の実測値は2017年までは2.5～8時間の範囲内で変動したが、積算降水量が約200mmと著しく多かった2018年(図3-14)の平均日日照時間は約2.5時間と対象期間の中で最も低い値を示した。一方、2019年は約5時間と2017年以前の水準であった。

⑥ まとめ

開花期間(6月下旬～7月上旬)の実測値においては、開花期(6月)と同様、生育期間(4～10月)に確認された2010年以降の高温化が見られなかった。逆に平均日平均気温においては、2015～2018年以降の4年間は、低温傾向を示した。また2018年に約200mmとこれまでになく水準の降雨が観測され、その時の平均日日照時間は約2.5時間と対象期間中、最も低い値を示した。一方、2019年は2014年以前の気象推移と同傾向を示したが、開花期間中の低温等は受粉に悪影響を及ぼす危険性があり、収量低下の要因になり得るので、この時期の気象動向についても注意深くモニタリングしていくことが重要である。

一方、予測値については4パターンがあるが、気温に関してはモデル・シナリオにより大

大きく異なり、高温化、現状維持、低温化等、様々な予測結果となった。一方、積算降水量は各モデル・シナリオで予測結果が異なったが、その中でも MRI-CGCM3 の R8.5 シナリオにおいては、まれに 2018 年規模の降雨を観測するという予測結果を示した。一方、その他の予測結果はいずれも 2018 年の降水量を下回っていた。

(4) 成熟期(9~10月)

① 日平均気温

図 3-16 には成熟期の平均日平均気温の時系列変化を予測モデル別に示す。

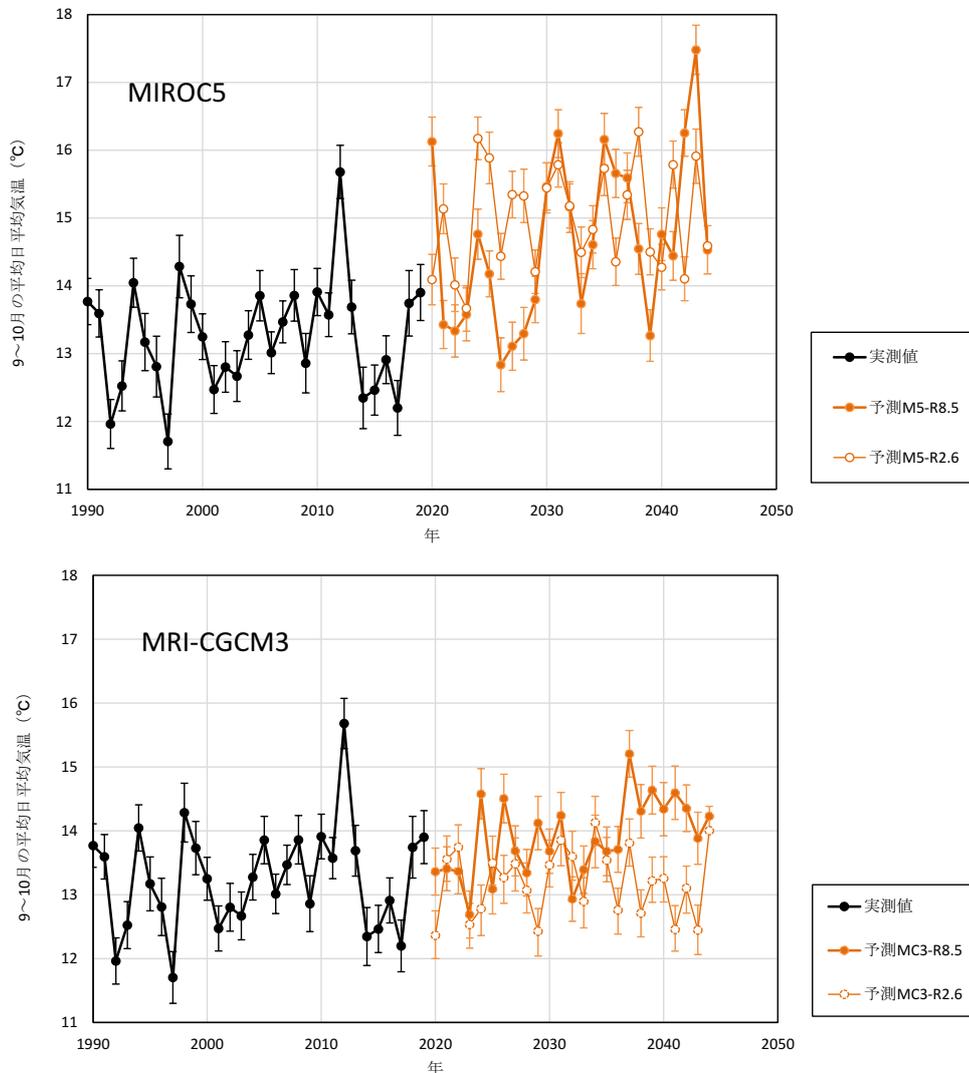


図 3-16 成熟期の平均日平均気温の実測値と将来予測値
(各ワイナリー・ヴィンヤード平均値、エラーバーは標準偏差)

成熟期の平均日平均気温の実測値は 11.5~16°C の範囲で変動し、高温、低温化等、気候変化に関わる明確な傾向は認められなかった。

MIROC5 では両シナリオとも高温化が予測されており、R8.5 では 2030 年以降、13°C 以上で推移し、2040 年代には年次によって 18°C 近くまで上昇することが予測された。R2.6 では期間全体を通し 14°C 以上となり、16°C 以上の年次も頻発する予測結果であった。

MRI-CGCM3 における予測では、両シナリオとも現状と大きく変化しないが、その中でも R8.5 の場合に 2030 年代後半からやや現状値よりも高温化が進むような予測結果であった。

② 日最高気温

図 3-17 には成熟期の平均日最高気温の時系列変化を予測モデル別に示す。

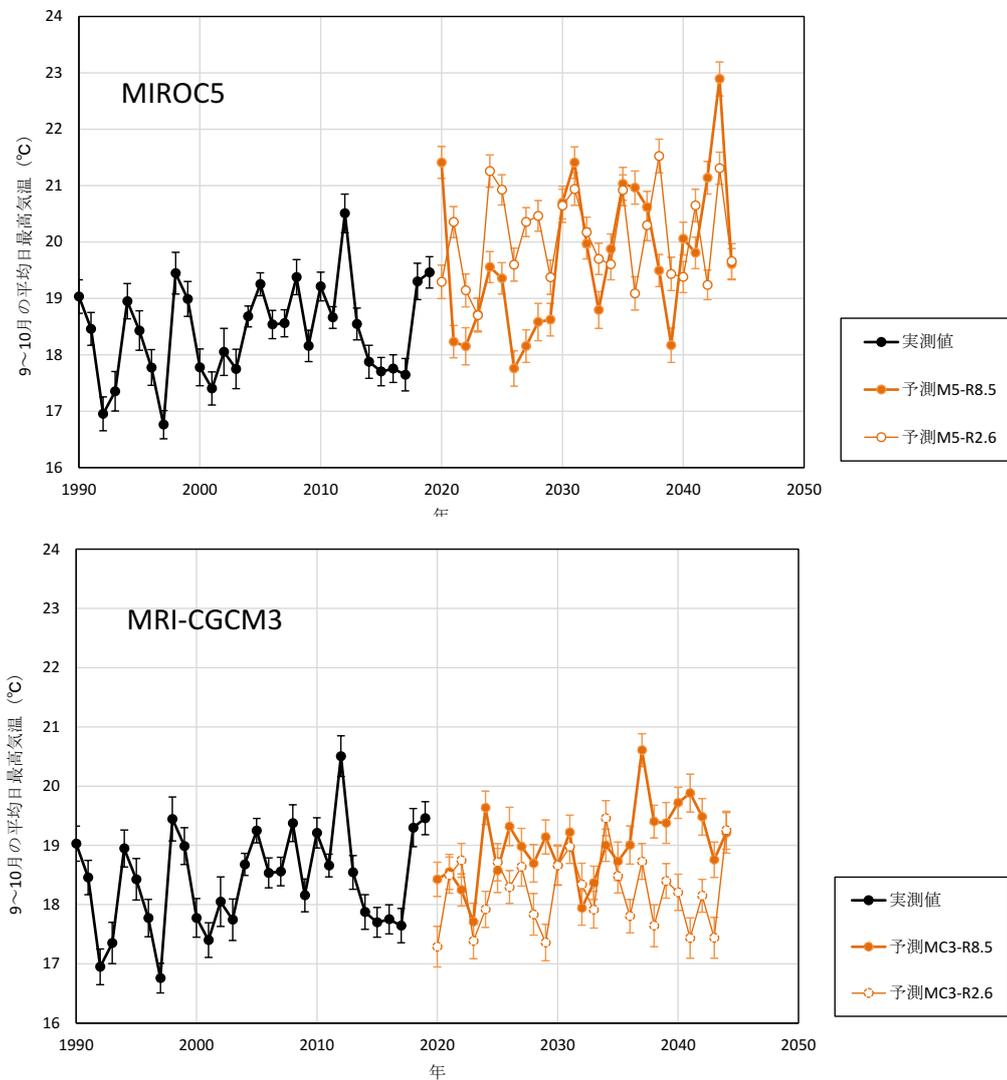


図 3-17 成熟期の平均日最高気温の実測値と将来予測値
(各ワイナリー・ヴィンヤード平均値、エラーバーは標準偏差)

成熟期の平均日最高気温の実測値は概ね 16.5～21.5℃の範囲で変動し、高温、低温化等、気候変化に関わる明確な傾向は認められなかった。

MIROC5 では両シナリオとも高温化が予測されており、R8.5 では 17.5～23℃の範囲で年次変動することが予測された。R2.6 では期間全体を通し 18.5℃以上となり、20℃以上の年次も頻発する予測結果であった。

MRI-CGCM3 における予測では、R8.5 で 17.5～21℃と現状値とほぼ同様の値を示した。その中でも 2037 年以降は 19.5℃以上で推移し、現状よりも高温化する傾向であった。一方、R2.6 では 17～19℃の範囲で推移し、現状と同等あるいはやや低くなるという予測結果であった。

③ 日最低気温

図 3-18 には成熟期の平均日最低気温の時系列変化を予測モデル別に示す。

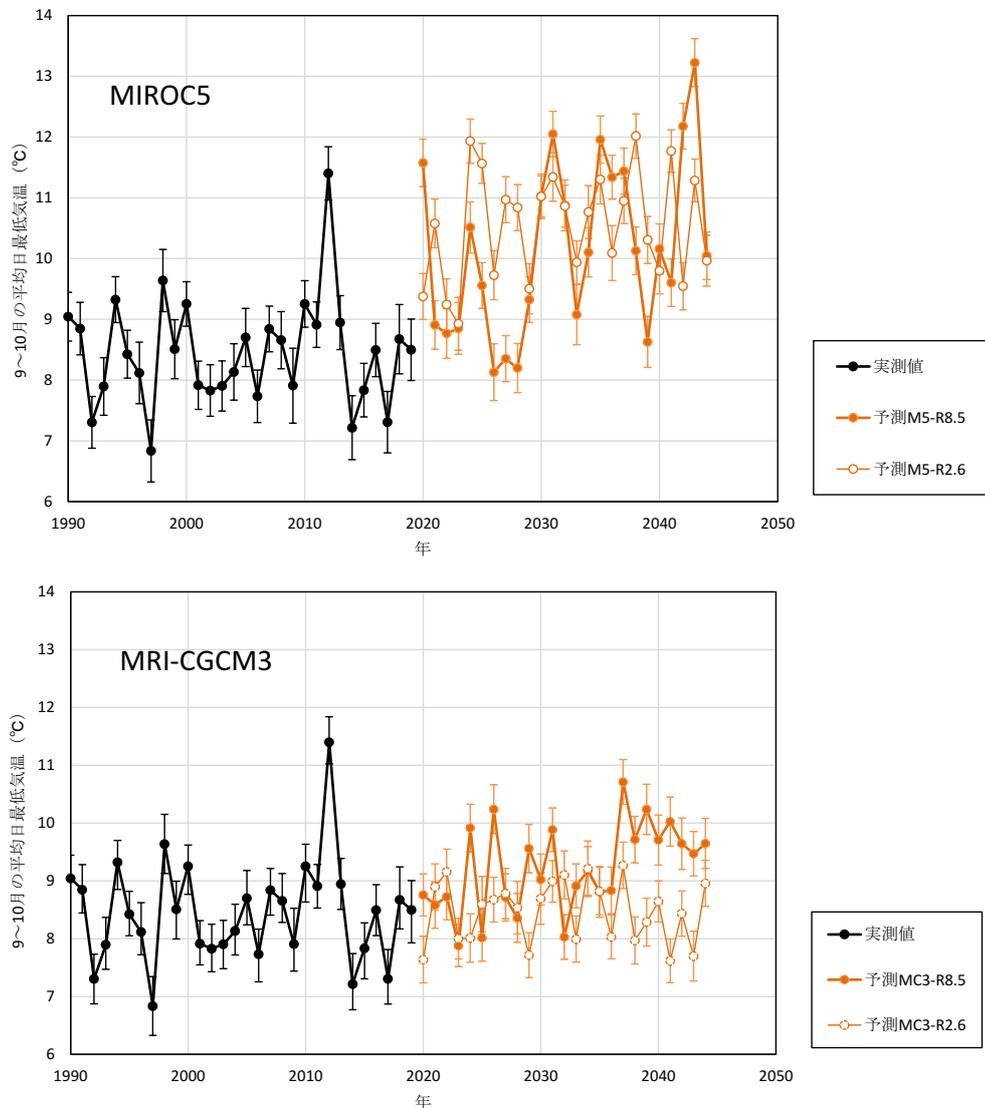


図 3-18 成熟期の平均日最低気温の実測値と将来予測値
(各ワイナリー・ヴィンヤード平均値、エラーバーは標準偏差)

成熟期の平均日最低気温の実測値は 6.5～11.5°Cの範囲で変動し、高温、低温化等、気候変化に関わるの明確な傾向は認められなかった。

MIROC5 では両シナリオとも高温化が予測されており、R8.5 では8～13.5°Cの範囲で推移することが、R2.6 では9～12°Cの範囲で推移することが予測された。

MRI-CGCM3 における予測では、R8.5 で8～11°Cの範囲で変動するが、その中でも2037年以降は9.5°C以上で推移することが予測された。一方、R2.6 では7.5～9.5°Cの範囲であり、現状値よりも年次変動が少なくなることが予測された。

④ 積算降水量

図 3-19 には成熟期の積算降水量の時系列変化を予測モデル別に示す。

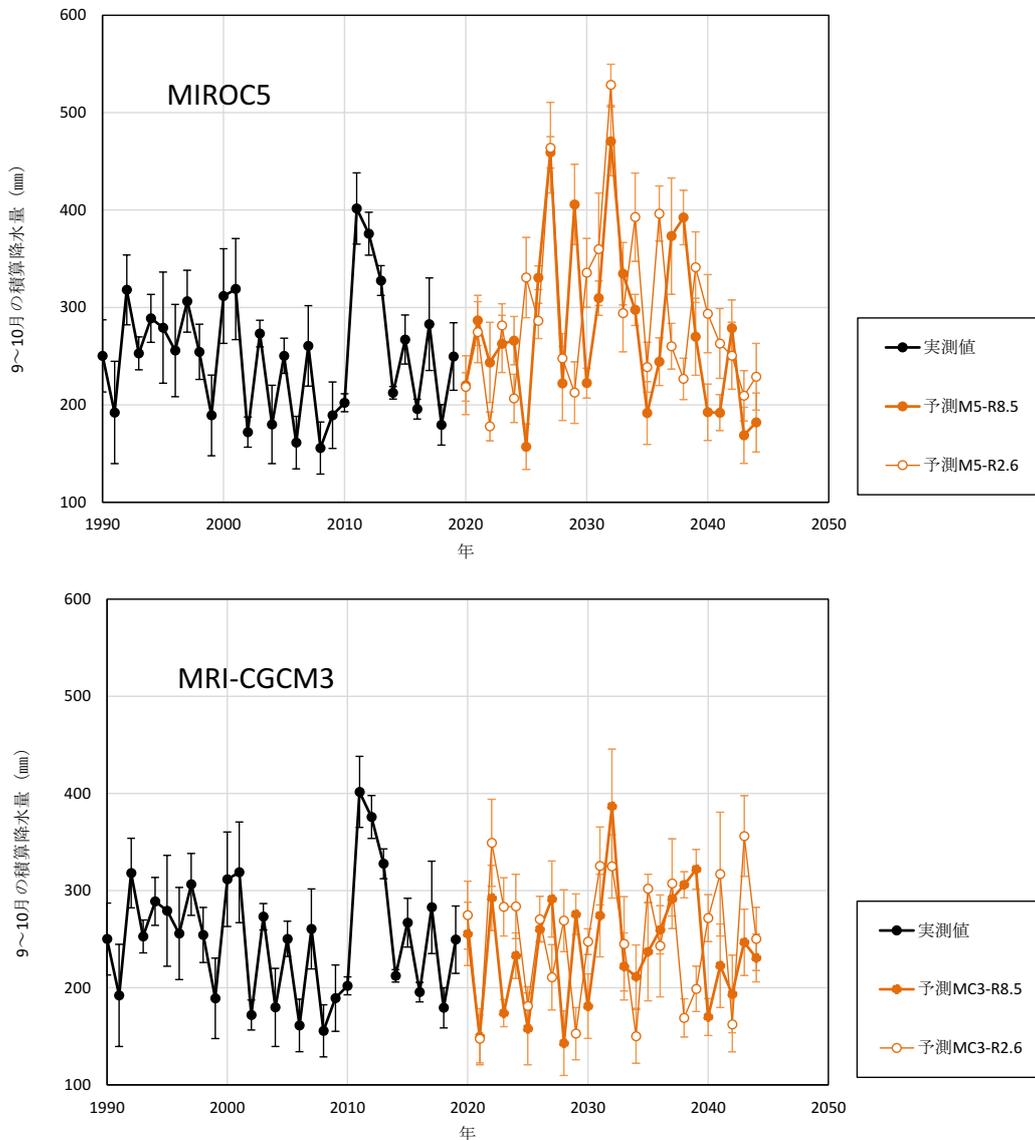


図 3-19 成熟期の積算降水量の実測値と将来予測値
(各ワイナリー・ヴィンヤード平均値、エラーバーは標準偏差)

積算降水量の実測値は 150～400mm の範囲で変動しており、2011～2013 年には 300mm 以上の多雨が続いたが、2014 年以降はいずれも 300mm 未満と 2010 年以前の降雨水準に戻った。

MIROC5 では、両シナリオともまれに 450mm を超えるような多雨年が予測されていたが、それ以外の年次では現状値と大差は認められなかった。

MRI-CGCM3 では、両シナリオとも変動幅は現状値とほぼ同等であり、現状の降雨からの変動が小さいという予測結果であった。

⑤ 日日照時間

図 3-20 には成熟期の平均日日照時間の時系列変化を示す。

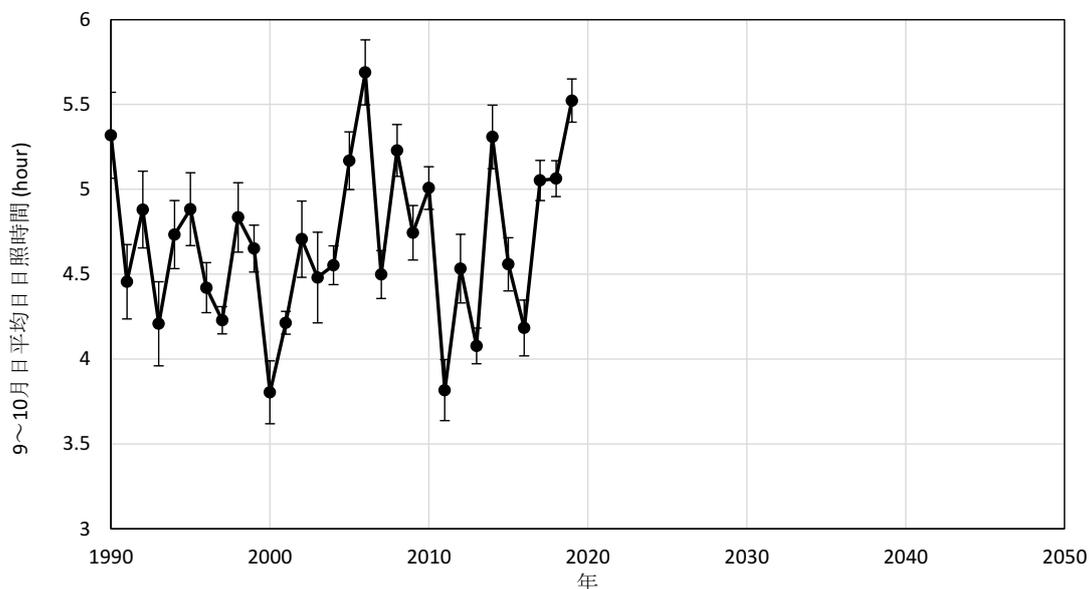


図 3-20 成熟期の平均日日照時間の実測値
(各ワイナリー・ヴィンヤード平均値、エラーバーは標準偏差)

成熟期の平均日日照時間の実測値は 3.5～6 時間の範囲で変動しており、2017 年以降の 3 カ年はいずれも 5 時間以上と多照傾向であった。

⑥ まとめ

成熟期(9～10月)の実測値においては、やや日日照時間で最近多照傾向が見られたことを除き、いずれの気象項目も観測期間(1990～2018年)の中で目立った気候変化は見られなかった。

一方、予測値については 4 パターンがあるが、気温に関してはモデルにより大きく異なり、MIROC5 では両シナリオとも日平均気温、日最高気温、日最低気温とも明確に高温化、MRI-CGCM3 では高温化は不明瞭という予測結果となった。積算降水量は各モデル・シナリオとも、基本的には現状の降雨水準と近い予測結果であったが、その中でも MIROC5 では両シナリオでまれに現状よりも多雨の年次が観測されるという予測結果を示した。

(5) 冬期間(11~3月)

① 日平均気温

図 3-21 には冬期間の平均日平均気温の時系列変化を予測モデル別に示す。

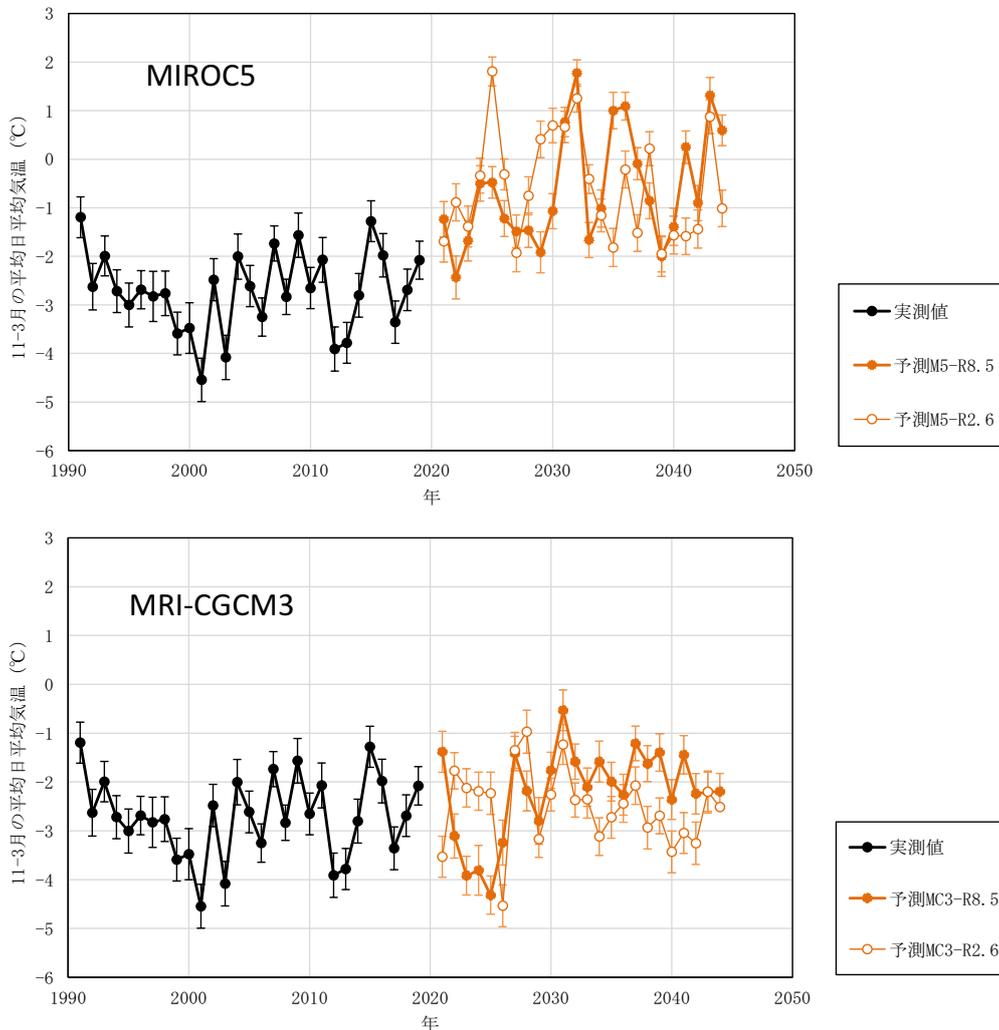


図 3-21 冬期間の平均日平均気温の実測値と将来予測値
(各ワイナリー・ヴィンヤード平均値、エラーバーは標準偏差)

冬期間の平均日平均気温の実測値は-5~-1°Cの範囲で変動し、高温、低温化等の明確な気候変化の傾向は認められなかった。

MIROC5 では両シナリオとも顕著な高温化が予測されており、R8.5 では-2.5~2°Cの範囲で推移することが、R2.6 では-2~2°Cの範囲で推移することが予測された。

MRI-CGCM3 における予測では、R8.5 で-4.5~-0.5°Cの範囲とほぼ現状値と同等の水準で推移するが、その中でも2030年以降は-2.5°C以上と高位安定化する傾向を示した。一方、R2.6も-5~-1°Cの範囲とほぼ現状値と同等の水準で推移するが、その中でも2029年以降は-3.5°C以上となった。

② 日最高気温

図 3-22 には冬期間の平均日最高気温の時系列変化を予測モデル別に示す。

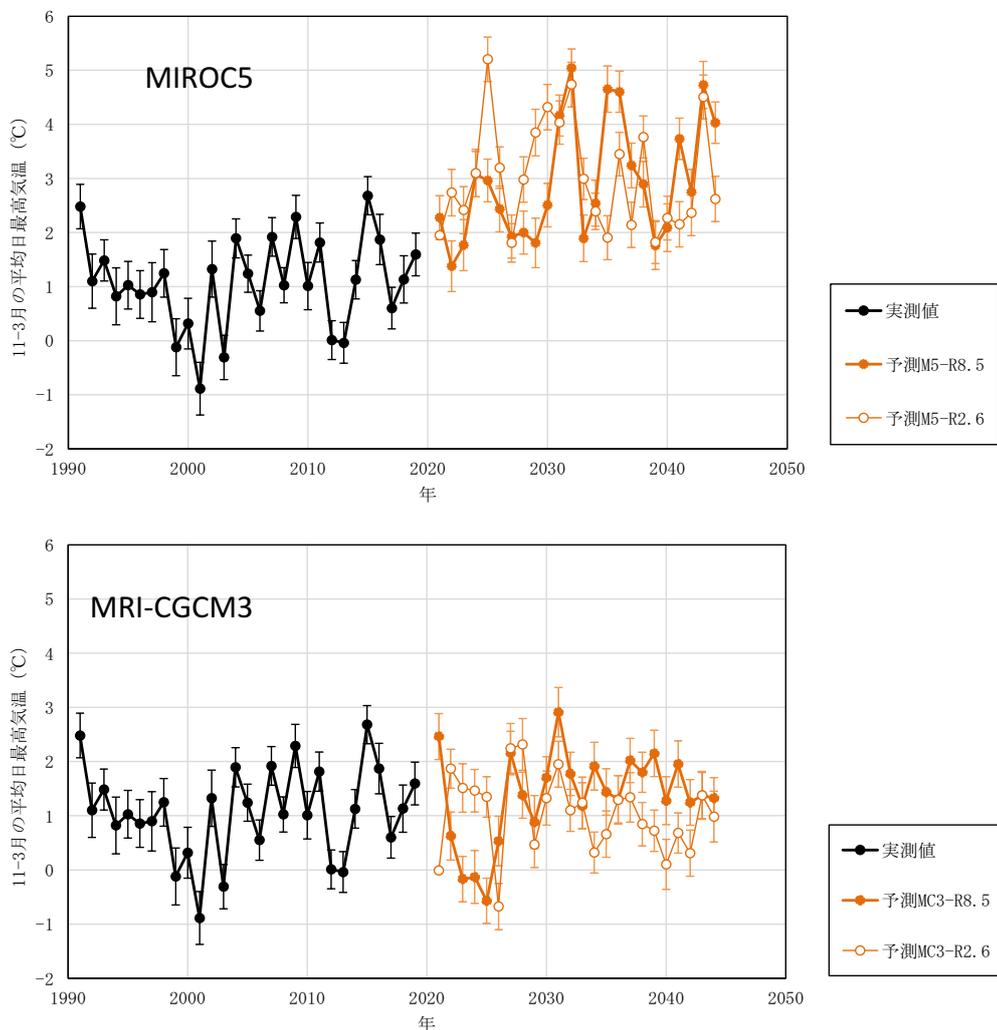


図 3-22 冬期間の平均日最高気温の実測値と将来予測値
(各ワイナリー・ヴィンヤード平均値、エラーバーは標準偏差)

冬期間の平均日最高気温の実測値は $-1\sim 3^{\circ}\text{C}$ の範囲で変動し、高温、低温化等の明確な変化は見られなかった。

MIROC5 では両シナリオとも顕著な高温化が予測されており、R8.5 では $1.5\sim 5.5^{\circ}\text{C}$ の範囲で推移することが、R2.6 では $-2\sim 2^{\circ}\text{C}$ の範囲で推移することが予測された。

MRI-CGCM3 における予測では、R8.5 で $-0.5\sim 3^{\circ}\text{C}$ の範囲とほぼ現状値と同等の水準で推移するが、その中でも 2030 年以降は 1°C 以上と高位安定化する傾向を示した。一方、R2.6 も $-1\sim 2.5^{\circ}\text{C}$ の範囲とほぼ現状値と同等の水準で推移するが、その中でも 2027 年以降は 0°C 以上となった。

③ 日最低気温

図 3-23 には冬期間の平均日最低気温の時系列変化を予測モデル別に示す。

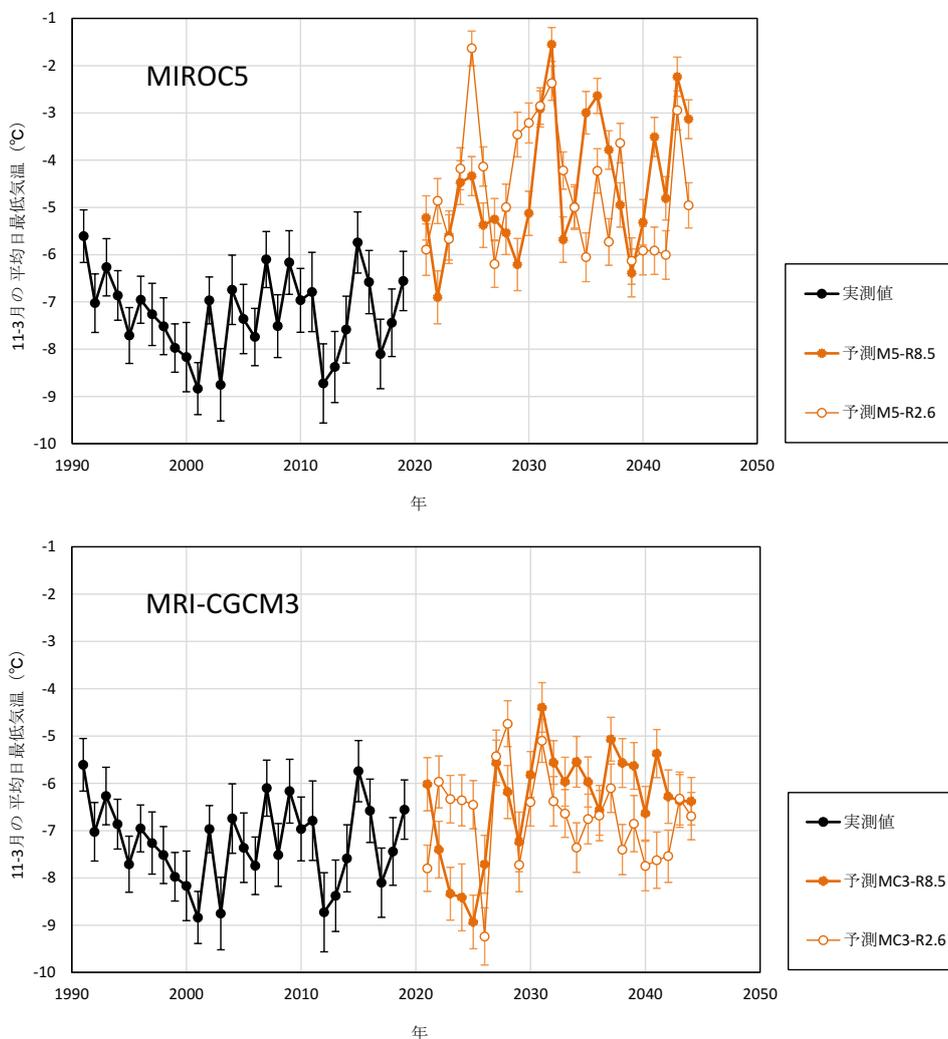


図 3-23 冬期間の平均日最低気温の実測値と将来予測値
(各ワイナリー・ヴィンヤード平均値、エラーバーは標準偏差)

冬期間の平均日最低気温の実測値は-9～-5.5°Cの範囲で変動し、高温、低温化等の明確な気候変化の傾向は認められなかった。

MIROC5 では両シナリオとも現状よりも顕著な高温化が予測されており、R8.5 では-7～-1.5°Cの範囲で推移することが、R2.6 では-6～-1.5°Cの範囲で推移することが予測された。

MRI-CGCM3 における予測では、R8.5 で-9～-4.5°Cの範囲とほぼ現状値と同等の水準で推移するが、その中でも 2030 年以降は-6.5°C以上と高位安定化する傾向を示した。一方、R2.6 も-9.5～-5°Cの範囲とほぼ現状値と同等の水準で推移するが、その中でも 2027 年以降は-8°C以上となった。

④ 積算降水量

図 3-24 には冬期間の積算降水量の時系列変化を予測モデル別に示す。

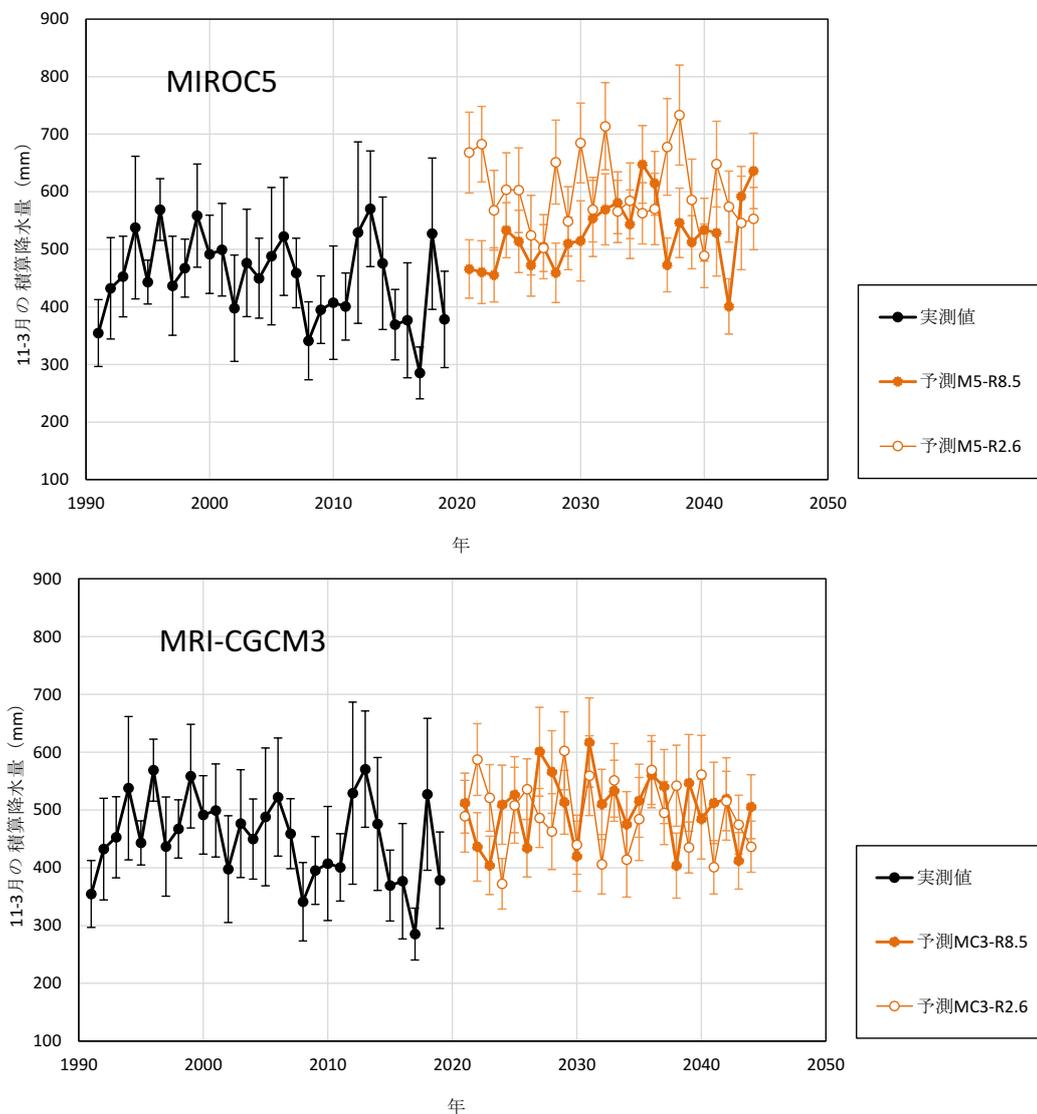


図 3-24 冬期間の積算降水量の実測値と将来予測値
(各ワイナリー・ヴィンヤード平均値、エラーバーは標準偏差)

冬期間の積算降水量の実測値は 300～600mm の範囲で変動し、多雨、少雨等の明確な気候変化の傾向は認められなかった。

MIROC5 では両シナリオとも現状よりも降水量の増加が予測されているがその傾向は R2.6 で顕著であり、R8.5 では 400～650mm 範囲で推移するのに対して、R2.6 では 500～750mm で推移することが予測された。

MRI-CGCM3 における予測では、R8.5 で 400～600mm と現状値と同等でかつ年次変動が小さくなる傾向を示した。R2.6 では 350～600mm と現状値と同等で、年次変動が若干低くなる傾向であった。

⑤ 日日照時間

図 3-25 には冬期間の平均日日照時間の時系列変化を示す。

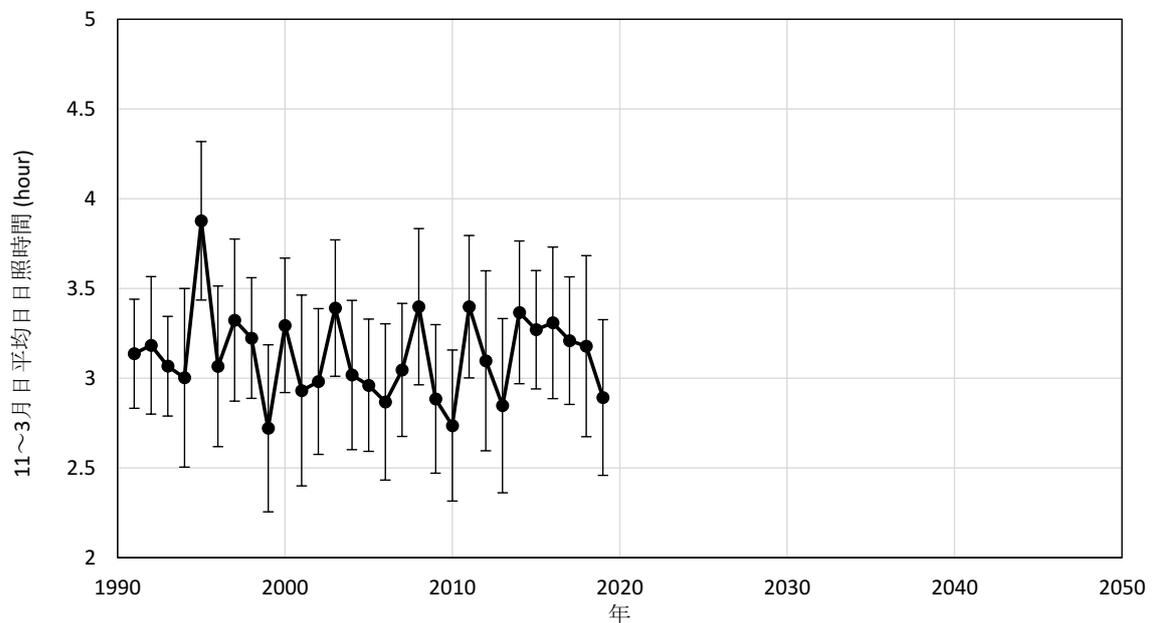


図 3-25 冬期間の平均日日照時間の実測値
(各ワイナリー・ヴィンヤード平均値、エラーバーは標準偏差)

成熟期の平均日日照時間の実測値は 2.5～4 時間の範囲で変動し、高照、低照化等、期間中目立った変化は見られなかった。

⑥ まとめ

冬期間(11～3月)の実測値においては、いずれの気象項目も観測期間(1990～2018年)の約30年の中で目立った変化は見られなかった。

一方、予測値については4パターンがあるが、気温に関してはモデルにより大きく異なり、MIROC5では高温化が顕著であるが、MRI-CGCM3では現状と同等水準という予測結果となった。積算降水量はMIROC5で多雨傾向の予測でその傾向はR2.6シナリオでより顕著である。それに対してMRI-CGCM3では各シナリオとも、基本的には現状の降雨水準に近い予測結果であった。

(6) 融雪期(3月)

① 日平均気温

図 3-26 には融雪期の平均日平均気温の時系列変化を予測モデル別に示す。

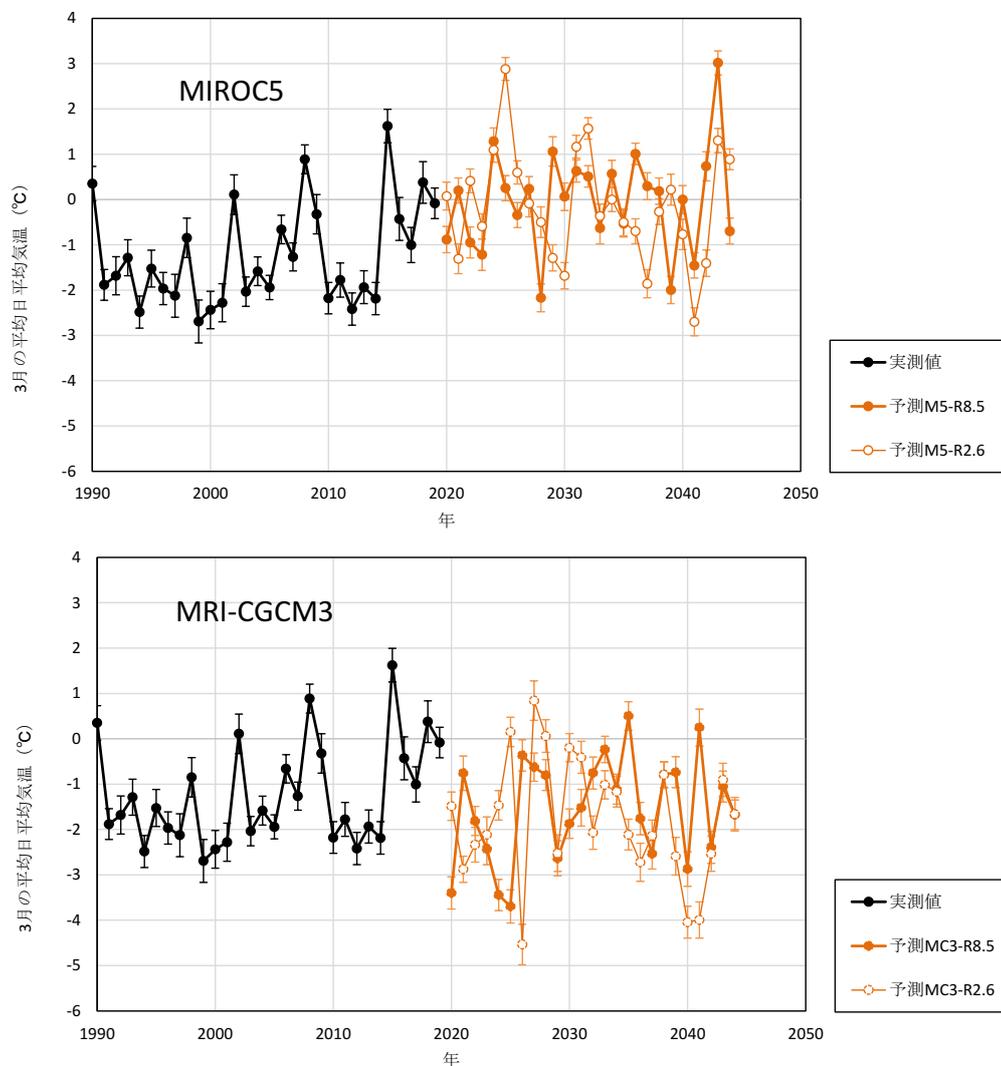


図 3-26 融雪期の平均日平均気温の実測値と将来予測値
(各ワイナリー・ヴィンヤード平均値、エラーバーは標準偏差)

融雪期の平均日平均気温の実測値は $-3\sim 1.5^{\circ}\text{C}$ の範囲で変動しており、2014 年以前は対象年次の約 80%で -1°C を下回っていた。それに対して 2015 年以降の 5 ヶ年は $-1\sim 2^{\circ}\text{C}$ の範囲で年次変動し、高温化の傾向が認められた。

MIROC5 では、R8.5 で $-2\sim 3^{\circ}\text{C}$ で、R2.6 で $-3\sim 3^{\circ}\text{C}$ で推移すると予測され、両シナリオとも傾向としては高温化で、かつ低温年と高温年の変動が拡大することが予測された。

MRI-CGCM3 では、R8.5 で $-4\sim 0.5^{\circ}\text{C}$ 、R2.6 で $-4.5\sim 1^{\circ}\text{C}$ と両シナリオとも現状値よりも低温傾向で推移するという予測結果となった。

② 日最高気温

図 3-27 には融雪期の平均日最高気温の時系列変化を予測モデル別に示す。

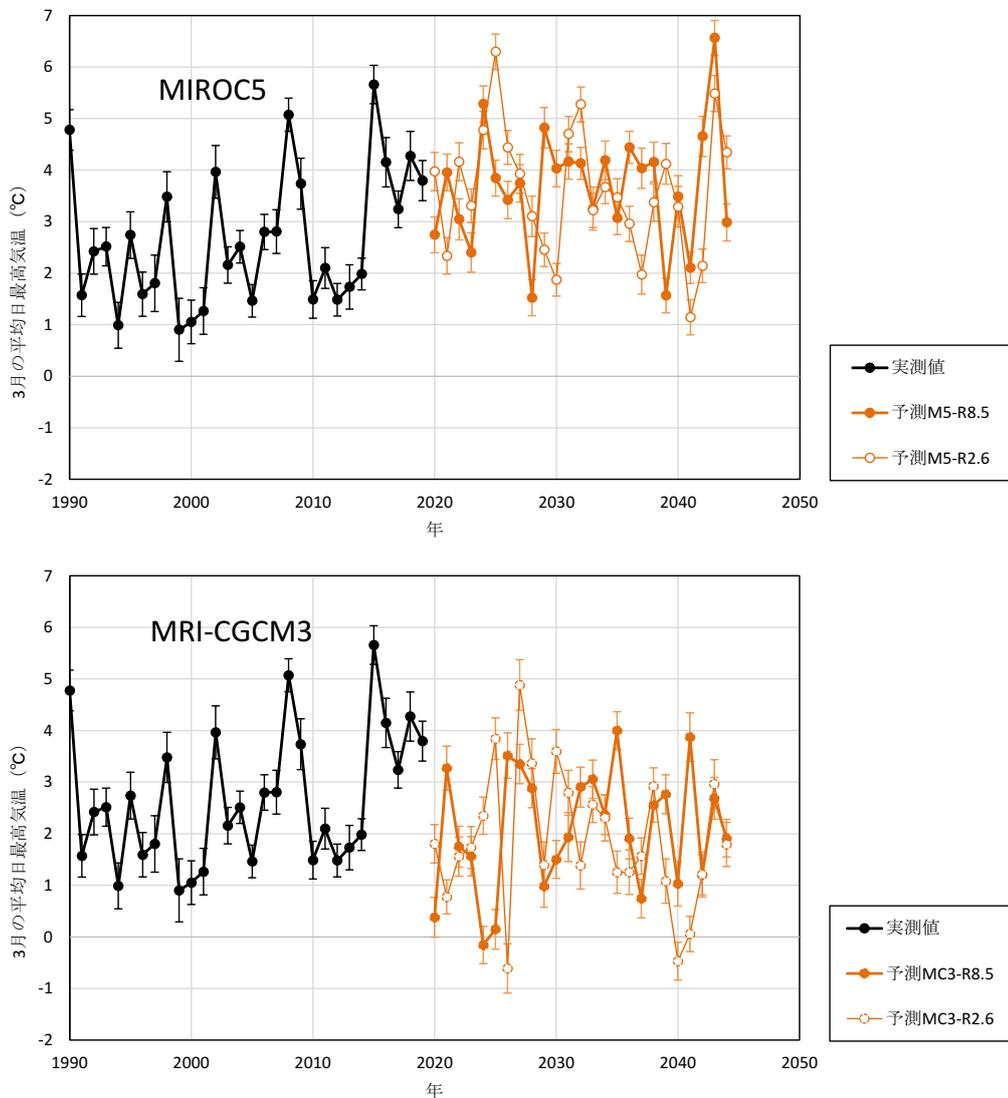


図 3-27 融雪期の平均日最高気温の実測値と将来予測値
(各ワイナリー・ヴィンヤード平均値、エラーバーは標準偏差)

融雪期の平均日最高気温の実測値は 1~6℃の範囲で変動しており、2014 年以前は対象年次の約 83%で 3℃を下回っていた。それに対して 2015 年以降の 5 カ年はいずれも 3℃をうんわり回る等、高温化の傾向が認められた。

MIROC5 では、R8.5 で 1.5~7℃で、R2.6 で 1~6.5℃で推移すると予測され、両シナリオとも傾向としては高温化を示した。

MRI-CGCM3 では、R8.5 で 0~4℃、R2.6 で -0.5~5℃と両シナリオとも現状値よりも低温傾向で推移するという予測結果となった。

③ 日最低気温

図 3-28 には融雪期の平均日最低気温の時系列変化を予測モデル別に示す。

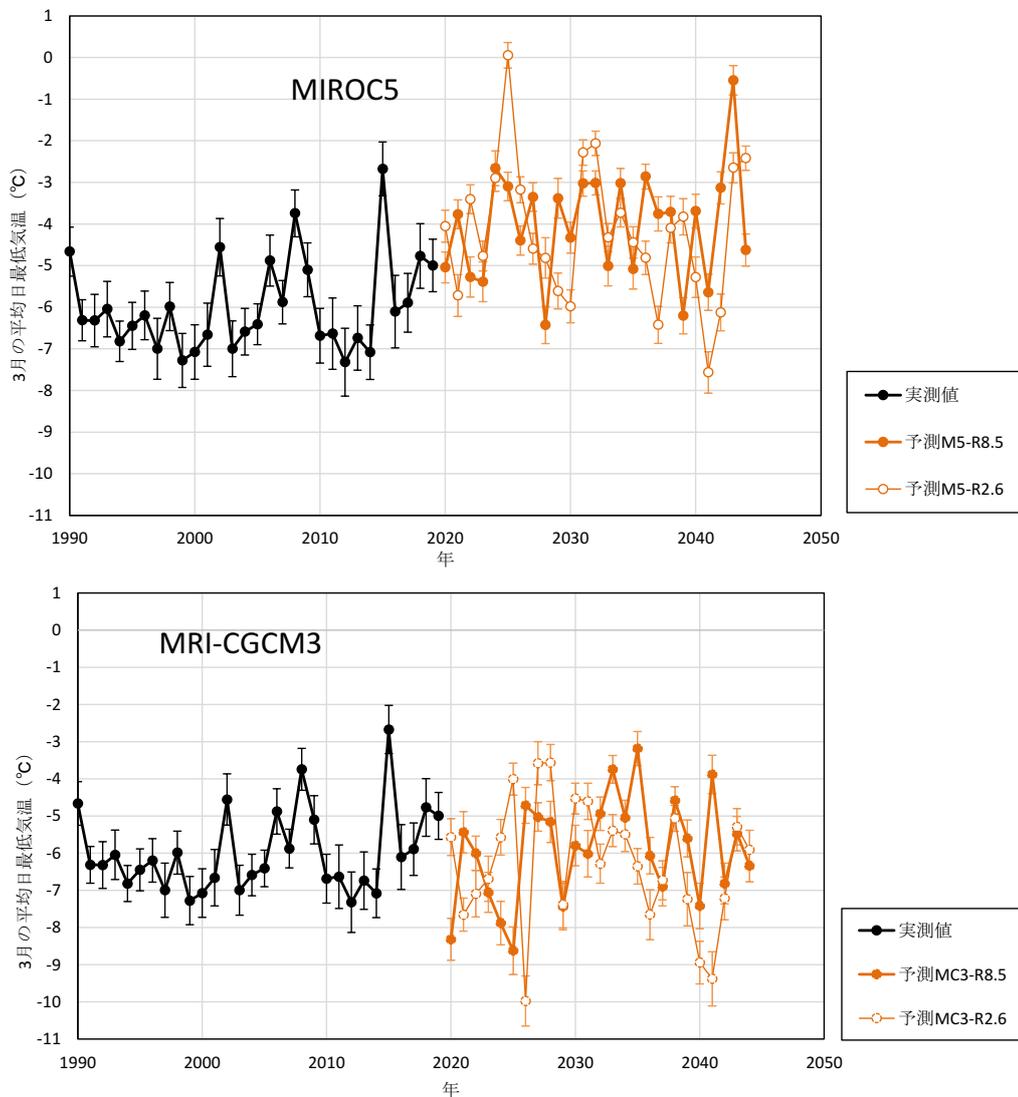


図 3-28 融雪期の平均日最低気温の実測値と将来予測値
(各ワイナリー・ヴィンヤード平均値、エラーバーは標準偏差)

融雪期の平均日最低気温の実測値は概ね $-7.5 \sim -2.5^{\circ}\text{C}$ の範囲で変動した。また、2015年以降の5カ年についてはやや高温化を示すものの、平均日平均気温や平均日最高気温で見られたような顕著な傾向ではなかった(図 3-26、図 3-27)。

MIROC5では、R8.5で $-6.5 \sim -0.5^{\circ}\text{C}$ で、R2.6で $-8 \sim 0^{\circ}\text{C}$ で推移すると予測され、両シナリオとも傾向としては高温化ではあるが、R2.6では低温年は現状の低温年の値を下回る場合も見られた。

MRI-CGCM3では、R8.5で $-9 \sim -3^{\circ}\text{C}$ 、R2.6で $-10 \sim -3.5^{\circ}\text{C}$ と両シナリオとも現状値よりも低温傾向で推移するという予測結果となった。

④ 積算降水量

図 3-29 には融雪期の積算降水量の時系列変化を予測モデル別に示す。

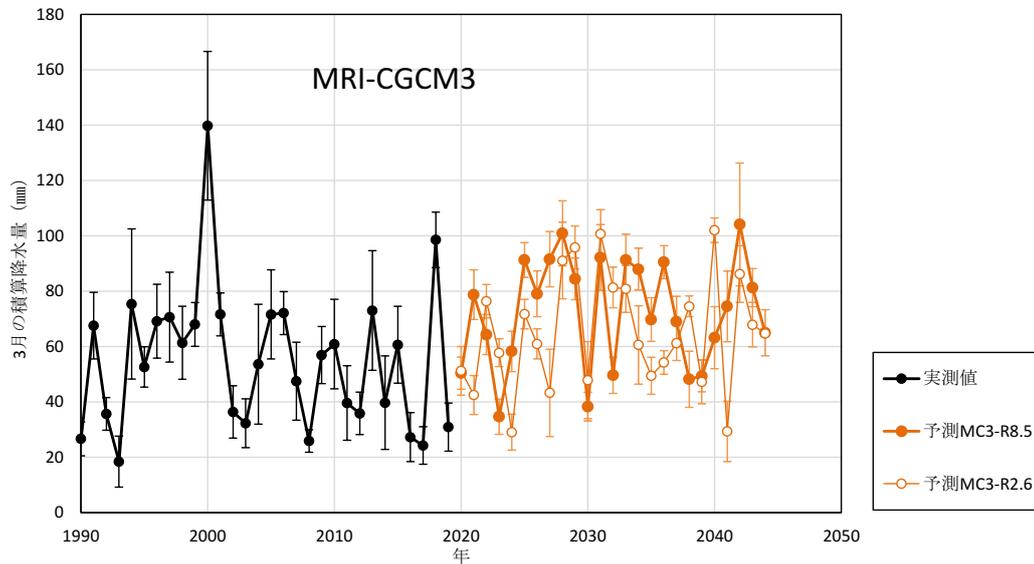


図 3-29 融雪期の積算降水量の実測値と将来予測値
(各ワイナリー・ヴィンヤード平均値、エラーバーは標準偏差)

融雪期の積算降水量の実測値は 20～140mm と年次による変動が非常に大きく、多雨、少雨等の目立った変化は期間中、見られなかった。

MIROC5 では R8.5 で 30～115mm、R2.6 の 40～120mm と比べて高い値を示したが、現状値の範囲内であった。

MRI-CGCM3 についても、R8.5 で 30～100mm、R2.6 で 30～100mm といずれも現状の範囲内に収まるという予測であった。

⑤ 日日照時間

図 3-30 には融雪期の平均日日照時間の時系列変化を示す。

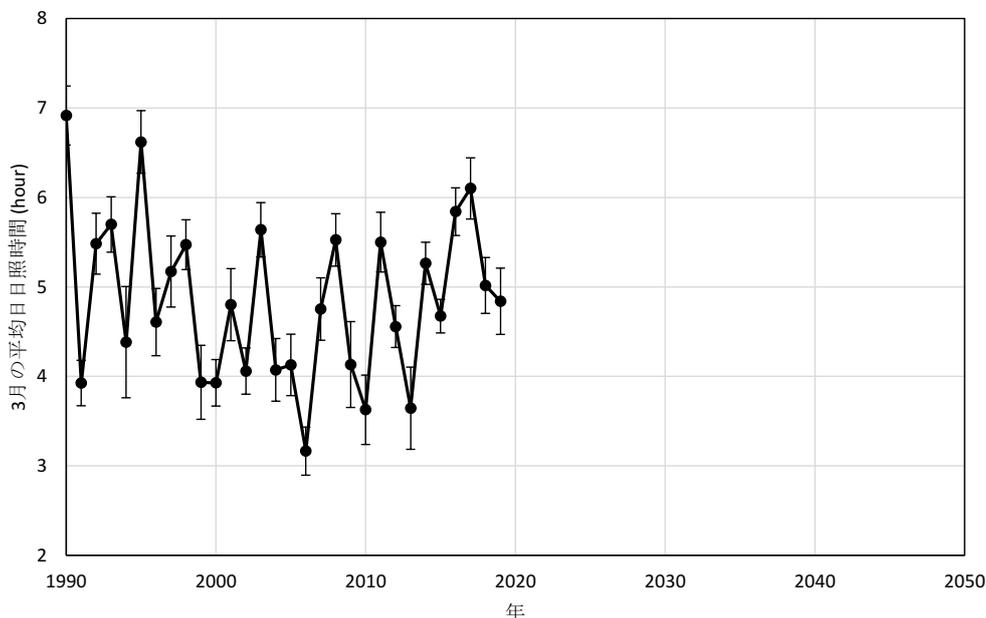


図 3-30 融雪期の平均日日照時間の実測値
(各ワイナリー・ヴィンヤード平均値、エラーバーは標準偏差)

融雪期の平均日日照時間の実測値は 3～7 時間と年次変動が大きいが、2014 年以降に限ってみるといずれも 4.5 時間以上と高位安定化する。

⑥ まとめ

融雪期(3月)の実測値においては気温(平均日平均気温、平均日最高気温)が 2015 年以降、日照が 2014 年以降、高位安定化する傾向を示した。これらの傾向は融雪が早くなり春の作業開始が早まる可能性を示す。その一方、日最低気温は、平均日平均気温や平均日最高気温ほど顕著な高温化の傾向が見られないことから、融雪後も日最低気温が低い日が出現する危険性が高く、そのような条件が醸造用ぶどうの収量に及ぼす影響については検討を行う必要がある。

予測値については特に気温でモデルによる計算結果が大きく異なり、MIROC5 は高温化、MRI-CGCM3 では低温傾向という、相反する予測結果になった。

(7) 要約

上述したように気象の将来予測値についてはモデルによる予測結果の差異が大きく、統一した将来の気象動向に対する見解を得ることができなかった。ここでは実測の結果について要約する。

- ① 生育期間(4～10月)においては近年(特に2010年以降)、高温(日平均気温、日最高気温)、多雨、高照傾向に変化していることが確認された。多雨と高照は本来相反する項目であるが、それぞれ増加が認められたことから、多雨は降雨頻度の増加というよりも、一度に降る降水量の増加を反映している可能性がある。
- ② 開花期(6月)においては、生育期間(4～10月)のような高温化の傾向は見られず、特に2015～2018年の4年間は、低温(日平均気温、日最高気温、日最低気温)、多雨、低照傾向が顕在化した。一方、2019年にはそれらの傾向が緩和されるが、開花前の低温、低日照は花器の生育を妨げるので、この時期の気象推移については引き続き注意深くモニタリングしていくことが重要である。
- ③ 開花期間(6月下旬～7月上旬)においては、開花期(6月)と同様、2015～2018年の4年間の低温傾向(日平均気温)が顕在した。また、2018年にこれまでにないような200mmという降雨が観測され、それに伴い日照時間も著しく低下した。一方、2019年では低温傾向が改善され、降水量も少なかった。
- ④ 成熟期(9～10月)においては、やや日日照時間で最近多照傾向が見られたことを除き、いずれの気象項目も観測期間(1990～2018年)の中で目立った気候変化は見られなかった。
- ⑤ 冬期間(11～3月)においては、いずれの気象項目も観測期間(1990～2018年)の約30年の中で目立った変化は見られなかった。
- ⑥ 融雪期(3月)の実測値においては気温(日平均気温、日最高気温)が2015年以降、日照が2014年以降、高位安定化する傾向を示した。このような条件では融雪が早くなり春の作業開始が早まるという利点もある。その一方、日最低気温は、平均日平均気温や平均日最高気温ほど顕著な高温化の傾向が見られないことから、融雪後も日最低気温が低い日が出現する危険性が高く、そのような条件が醸造用ぶどうの収量に及ぼす影響を検討する必要がある。

3-1-2. 平均日平均気温と BEDD から見た適正品種とその将来予測

ここでは、平均日平均気温、BEDD に着目し、これらの実測値および予測値に基づいて、現状の醸造用ぶどうの適正品種とその将来予測について検討を実施する。

(1) 平均日平均気温

図 3-31 には、生育期間(4~10月)の平均日平均気温の実測値と予測値の推移を再掲する。

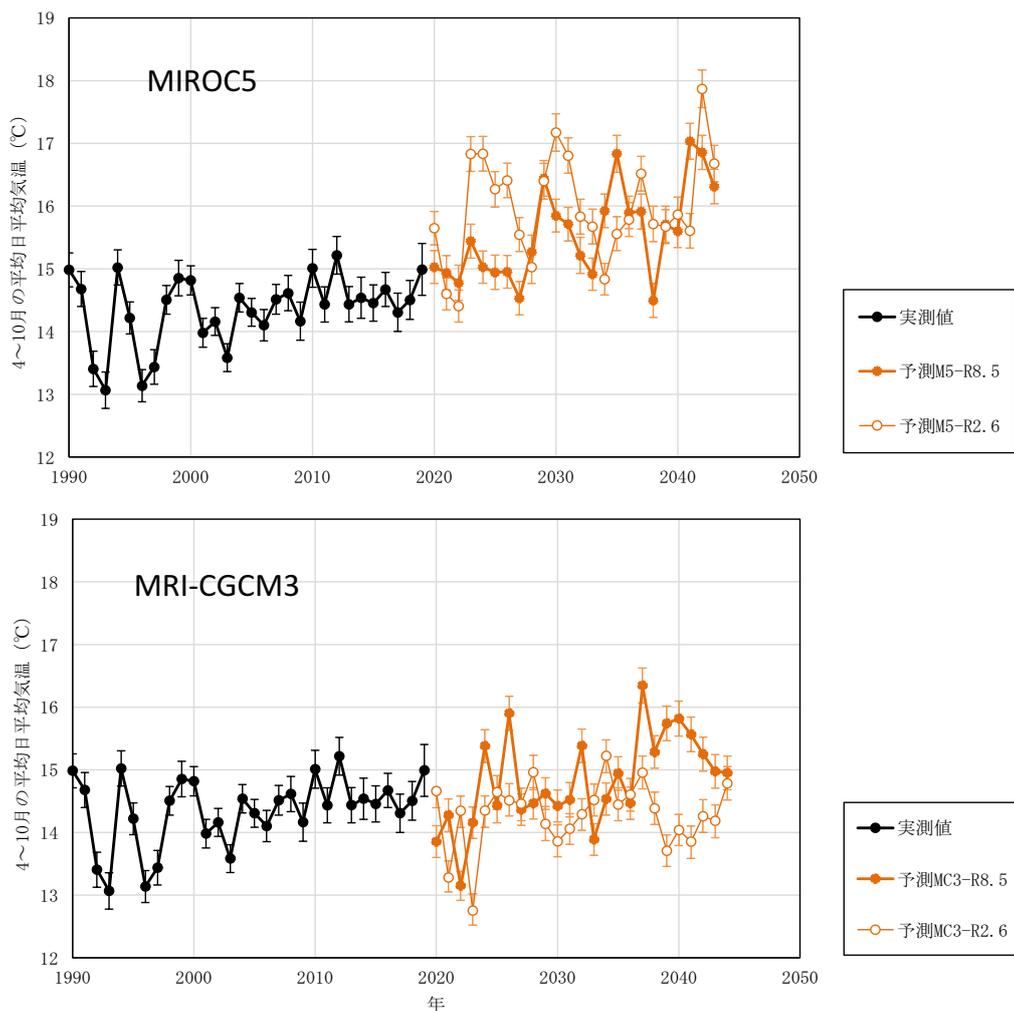


図 3-31 生育期間の平均日平均気温の実測値と将来予測値（再掲）
（各ワイナリー・ヴィンヤード平均値、エラーバーは標準偏差）

平均日平均気温の実測値は 1999 年以降、1 年を除き 14℃以上で推移するようになり、特に 2010 年以降は 14.5℃前後と高位安定化する。

Jones (2006) の生育期間(4~10月)の日平均気温に基づく区分では、空知で栽培が行われているピノ・ノワールを例にとると、成熟に必要な日平均気温は 14~16℃である(図 3-32)。空知地域のワイナリーの一つである山崎ワイナリーが空知で初めてピノ・ノワールの栽培を試みたのが 1998 年であるが、奇しくもその栽培開始年を境として、空知地域の 1998 年以降

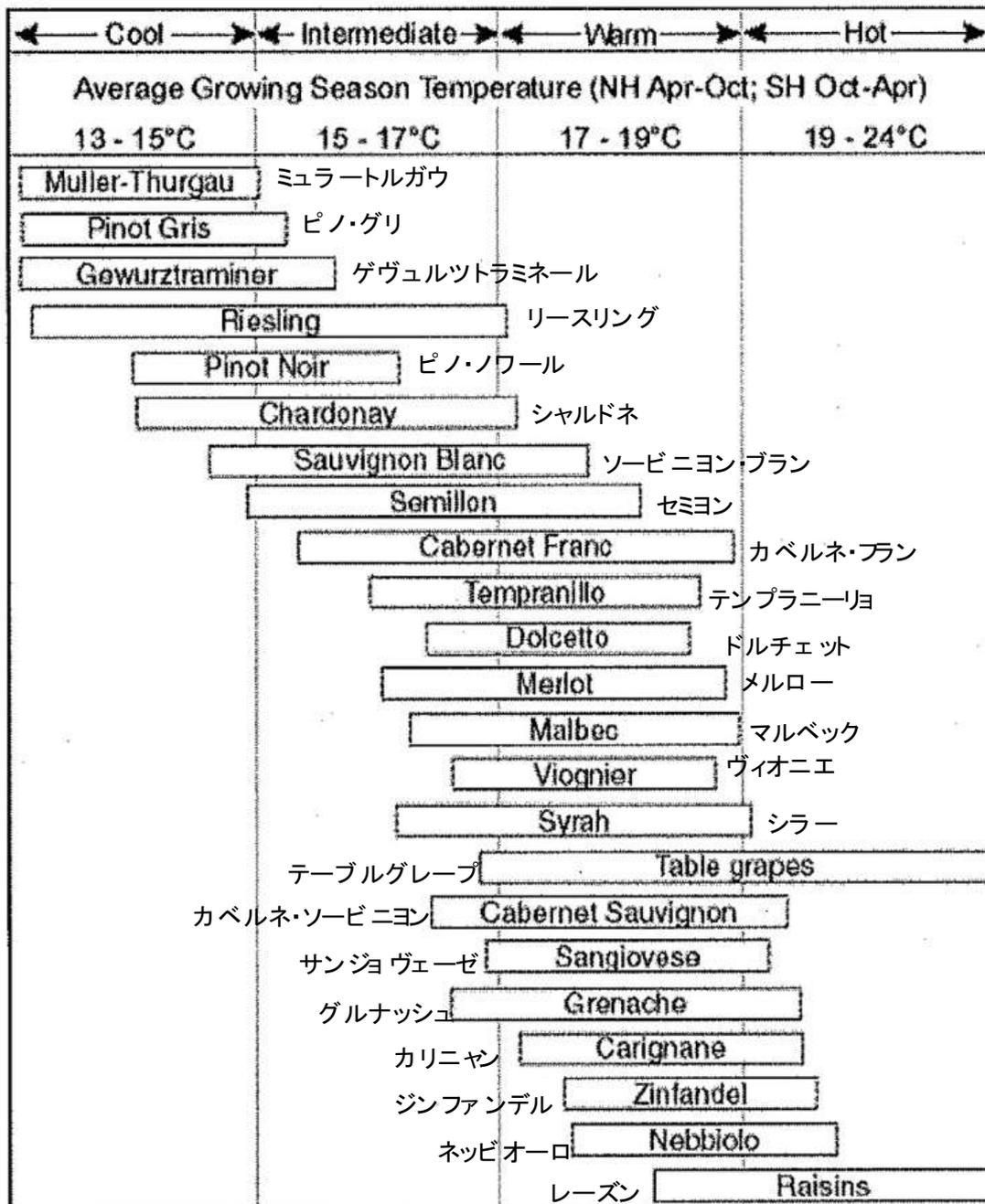
の気象条件はピノ・ノワールの成熟に適正な温度帯に変化していたことが分かる。このように Jones (2006) の区分は空知の実態と符合しており、適正品種を判断するのは有効と考えられる。

一方、将来の気象は、先に述べたように4パターン(2モデル×2シナリオ)で予測されているが、特にモデル間の予測結果には大きな差異があり、将来予測される品種はそれぞれ下記のようになる。

- ① MIROC5 の R8.5 の場合、2020～2030 年は 2020 年を除き 14.5～15.5℃での推移が予測されており、その気象条件に適合する品種はピノ・ノワール、シャルドネ、ソービニヨンブラン等である。また、2030～2040 年頃は 14.5～17℃での推移が予測されているが、その気象条件に適合する品種は 2020～2030 年と同様、ピノ・ノワール、シャルドネ、ソービニヨンブラン等である。2040 年以降になると 15.5～17℃での推移が予測されており、この水準まで高温化が進むと、適正品種はシャルドネ、ソービニヨンブランとなる。
- ② MIROC5 の R2.6 の場合、2020～2040 年頃に 14.5～17℃での推移が予測されており、その気象条件に適合する品種はピノ・ノワール、シャルドネ、ソービニヨンブラン等である。2040 年以降になると 15.5～18℃での推移が予測されており、この水準まで高温化が進むと、メルローも適正品種になる可能性がある。
- ③ MRI-CGCM3 の R8.5 の場合、2020～2023 年は 13～14.5℃の推移が予想されており、その気象条件に適合する品種はミュラートウルガウ、ピノ・グリ等である。2023～2036 年は 14～16℃で推移すると予測され、その気象条件に適合する品種はピノ・ノワール、シャルドネ、ソービニヨンブラン等である。2035 年以降は 15～16.5℃と予測されており、その気象条件に適合する品種はピノ・ノワール、シャルドネ、ソービニヨンブランになる。
- ④ MRI-CGCM3 の R2.6 の場合、2020～2025 年頃は 12.5～15℃での推移が予測されており、その気象条件に適合する品種はミュラートウルガウ、ピノ・グリ等である。2026 年以降は 14～15.5℃となり、適合品種はミュラートウルガウ、ピノ・グリ、ピノ・ノワールになる。

以上のように、各モデル・シナリオから予測される将来の適合品種は各パターンにより異なることが分かる。将来予測値は可能性の一つを示したものに過ぎないので、これからの気象推移を正確にモニタリングしながら、そのモニタリング結果と各将来予測値を照合し、適正品種を検討していくことが重要である。

Grapevine Climate/Maturity Groupings



生育期間の日平均気温(北半球4~10月、南半球10~4月)

図 3-32 4~10月の日平均気温別の適正品種区分(Jones, 2006、再掲)

(2) BEDD

図 3-33 には、BEDD の実測値と予測値の推移を示す。

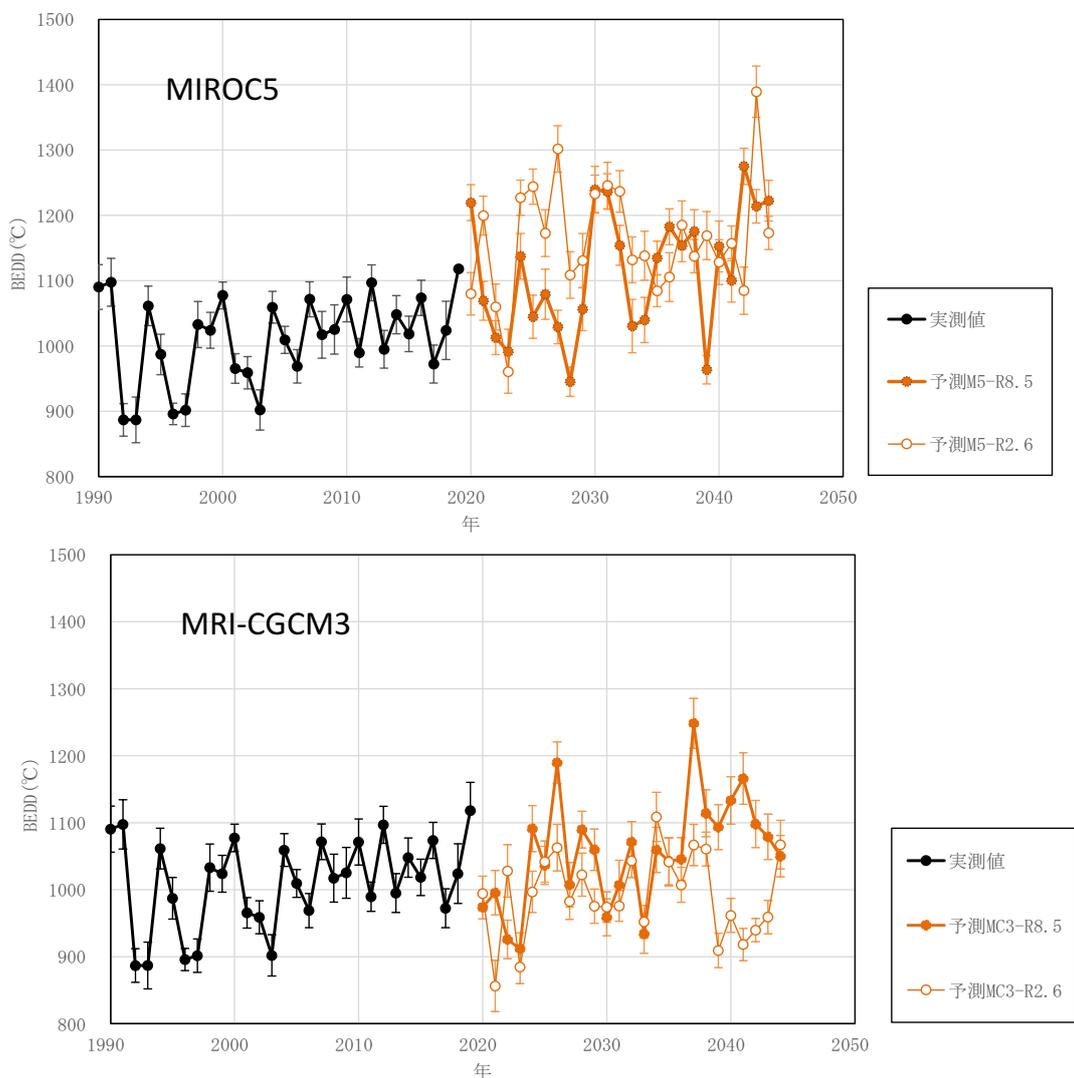


図 3-33 BEDD の実測値と将来予測値
(各ワイナリー・ヴィンヤード平均、エラーバーは標準偏差)

BEDD は 1990～2004 年の間は 900～1100℃の範囲で年次変動していたのに対して、2005 年以降の変動は 950℃以上と高位安定化する。特に 2019 年は約 1120℃と調査期間の中で最大値を示す。

Gladstone(2011)の BEDD に基づく醸造用ぶどうの品種区分によると、950～1120℃の範囲においては、1000℃を下回るような年次を除き、バッカス、ミュラートウルガウ等の白ワイン用品種が適合する。一方、現在、空知で主力品種になりつつあるピノ・ノワールやシャルドネ等に適正な BEDD は 1140℃程度が必要とされており(表 3-1)、最大値を示す 2019 年においてもピノ・ノワールやシャルドネの成熟には気温が不足するという評価になる。この点は、

Jones (2006)の区分方法と大きく異なっている。

空知地域において、バッカス、ミュラートルガウ等は主力品種であるが、それよりも積算気温が必要なピノ・ノワールについても高糖度の果実を産出している現状を踏まえると、空知地域において BEDD は有効積算温度を過小評価している可能性がある。

一方、将来の気象は、先に述べたように4パターン(2モデル×2シナリオ)で予測されているが、特にモデル間の予測結果には大きな差異があり、将来予測される品種はそれぞれ下記のようになる。

- ① MIROC5 の R8.5 の場合、2020～2040年頃まで 950～1250℃と大きな年次変動を持つ。このことから、年次によって適正品種が大きく変動する。例えば 2030、31年等の高温年ではメルローが成熟する可能性のある温度域になるが、2024年等、1000℃を下回るような場合には醸造用ぶどうの成熟が難しいことが予測される。2040年以降は 1100～1300℃と高位安定化し、ピノ・ノワール、シャルドネ等が適正品種となる。
- ② MIROC5 の R2.6 の場合、2020～2024年は 950～1200℃であり、高温年にはピノ・ノワール、シャルドネ等が成熟するが、低温年はバッカス、ミュラートルガウとなり、1000℃を下回る場合は醸造用ぶどうの成熟が難しいと判断される。2025年以降 1100～1400℃と BEDD が明確に高くなる予測であり、バッカス、ミュラートルガウに加え、年次によってはピノ・ノワール、シャルドネ等が適正品種となる。
- ③ MRI-CGCM3 の R8.5 の場合、2020～2035年頃は 2027年を除き概ね 900～1100℃で推移すると予測され、ほぼ現状の水準である。この範囲で成熟の可能性がある品種はバッカス、ミュラートルガウ等の白ワイン用品種であるが、1000℃を下回る年次では醸造用ぶどうの成熟が困難となる。一方、2035年以降は 1050～1250℃と高位安定化し、高温年においてはピノ・ノワール、シャルドネ等が成熟する。
- ④ MRI-CGCM3 の R2.6 の場合、期間を通して概ね 850～1100℃の範囲で変動することが予測され、その範囲は 2004年以前の実測値とほぼ同等か、あるいは現状よりも低下する。この条件(特に 1000℃を下回る場合)には、醸造用ぶどうの成熟は難しくなる。

以上のように、各モデル・シナリオから予測される将来の適合品種は各パターンにより異なることが分かる。将来予測値は可能性の一つを示したものに過ぎないので、これからの気象推移を正確にモニタリングしながら、そのモニタリング結果と各将来予測値を照合し、適正品種を検討していくことが重要である。

さらに、上述のように BEDD による品種区分は実際の空知の現状と必ずしも符合していないと考えられるので、その点についても十分、留意が必要である。

表 3-1 成熟に達するまでに必要な BEDD(改訂、Gladstone, 2011 再掲)

	赤ワイン用品種	白ワイン用品種
グループ1 1020℃		ブルーヴィエ、マデレーヌ・アンジョヴィス、マドレーヌ・シルヴァーナ、オブティマ、オルテガ、ライヒェン シュタイナー、シェンブルガー、ジーガレーベ
グループ2 1080℃	Blue Portuguese、ムニエ、ツヴァイゲルト	オーセロワ、バッカス、Breidecker、シャスラ、ファーバー、フクセルレーベ、ミュラートルガウ、マスカット・オットネル、セイヴァル・ブラン
グループ3 1140℃	バスタルド、シャンブルサン、ドルンフェルダー、ガメイ、ピノ・ノワール	アルバリーニョ、シャルドネ、エーレンフェルザー、エルブリング、フリュアーローター・ヴェルトリーナー、グヴェルトトラミネール、ケルナー、モリオ・ムスカート、Muscat à Petits Grains、オランダク、ペドロ・ヒメネス、ピノ・ブラン、ピノ・グリ、ソービニオン・ブラン、ショイレーベ、シルバーナ、サルタナ、ヴェルデーリョ
グループ4 1200℃	アレアティコ、ドルチェット、デュリフ、グロー、レンベルガー、マルベック、ピノタージュ、テンプラニーニョ、ティンタアマレラ、トロリンガー、ジンファンデル	アリゴテ、フェルナン・ピレス、フェテアスカ、グリュナー・ヴェルトリーナー、レアニカ、ムロン、ミュスカデル、リースニング、ロートギブフラー、Sauvignonasse、セミヨン
グループ5 1260℃	カベルネ・フラン、サンソー、ラグレイン、メルロー、シラー	アルネイス、シュナン・ブラン、フルミント、マルサンヌ、ルカツィテリ、Taminga、Tulillah、ヴィオニエ、ヴェルシュリースリング、ツィアファンドラー
グループ6 1320℃	アルヴァレリヤン、バルベーラ、カベルネ・ソービニオン、コルヴィーナ、カダルカ、モンドウーズ、ルビー・カベルネ、サンジョヴェーゼ、タナ、トウリガナシオナル、ヴァルディギエ	コロンバル、クルシェン、フォル・ブランシュ、ハーシュレベリユ、マカベオ、マルヴァジア・ピアンカ、パロミノ、ルーサンヌ
グループ7 1380℃	カルメネール、クロアティナー、グラシアーノ、グルナッシュ、グリニョリーノ、ミッシェン、ムーリスコ・ティント、ネッピオーロ、プティ・ヴェルド、ラミスコ、スキアカレロ、ソウサン、ティリアン	アイレン、ガルガーネガ、グロ・マンサン、プティ・マンサン、モーザック、トレビアーノ
グループ8 1440℃	アリアニコ、アラモン、カナイオーロ、カリニャン、モンテプルチアーノ、ムールヴェードル、プラヴァツ・マリ、ラポーゾ	ブルブルーラン、クレレット、グルナッシュ・ブラン、マスカット・オブ・アレキサンドリア、ピクプール、ラビガト、セルシアル、テレ・ブラン、テレ・グリ、ヴェルディッキオ
グループ9 1500℃	ネグロアマーロ、タランゴ	Biancone、ボンビーノ・ピアンコ、Doradillo

※適切なカタカナ表記が認められない品種は原文のまま表示

3-2. 醸造用ぶどう地域適応品種調査 (2013～2018 年)

3-2-1. ピノ・ノワールにおける糖度、酸度と気象要因の関係

図 3-34 には 2013～2018 年の糖度について、過年度調査において正の相関関係が認められた生育期間(4～10 月)との関係を示す。

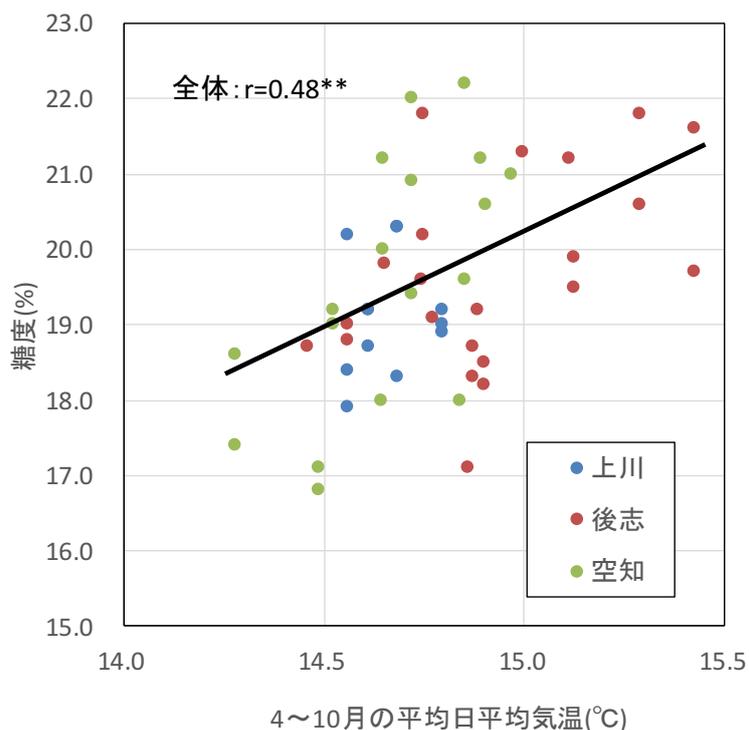


図 3-34 4～10 月の平均日平均気温と糖度の関係 (** $p < 0.01$)

今回、新たに 2018 年の糖度データを追加したが、両者の間には過年度と同様に 1%水準で有意な正の相関関係が得られた。しかし各地域で見ると、空知地域の 4～10 月の平均日平均気温に対する傾きが、明らかに後志地域よりも大きいことが伺える。

通常、収量水準が低い場合には吸収した栄養分の果房中の濃度が高まりやすいと考えられる。そこで、収量水準(750kg/10a 以上、未満)でデータを再集計し、両者の関係を再検討した(図 3-35)。

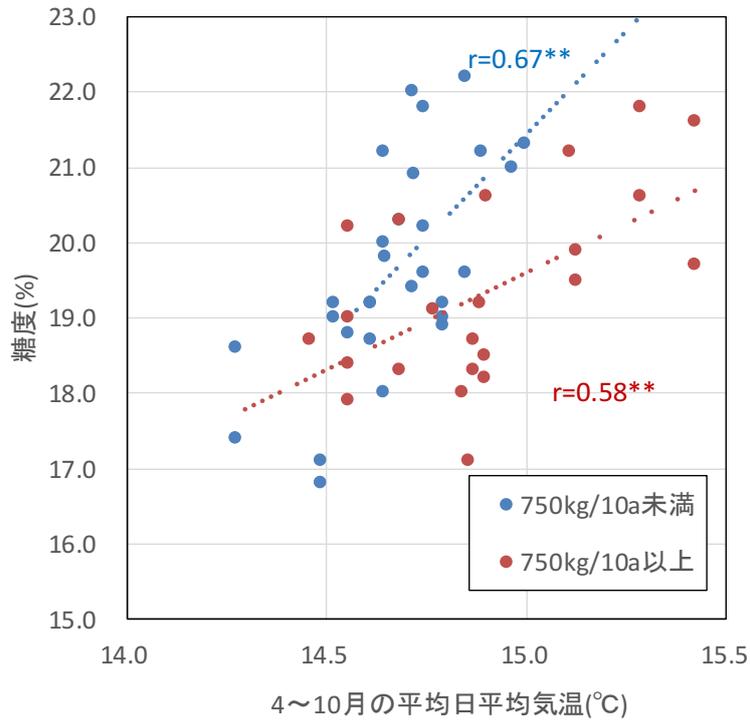


図 3-35 4~10月の平均日平均気温と糖度の関係 2 (** $p < 0.01$)

その結果、各収量水準とも 1%水準で有意な正の相関関係を得ることができた。また、作成した 2 本の回帰線は明らかに傾向が異なり、想定通り収量水準の低いグループで傾きが、明らかに収量水準の高いグループを上回った。

以上のようにピノ・ノワールの収量水準の低いヴィンヤードでは、低温条件においても糖度が高まりやすいことが確認された。

図 3-36 には 2013~2018 年の酸度について、過年度調査において負の相関関係が認められた生育期間(4~10月)との関係を示す。

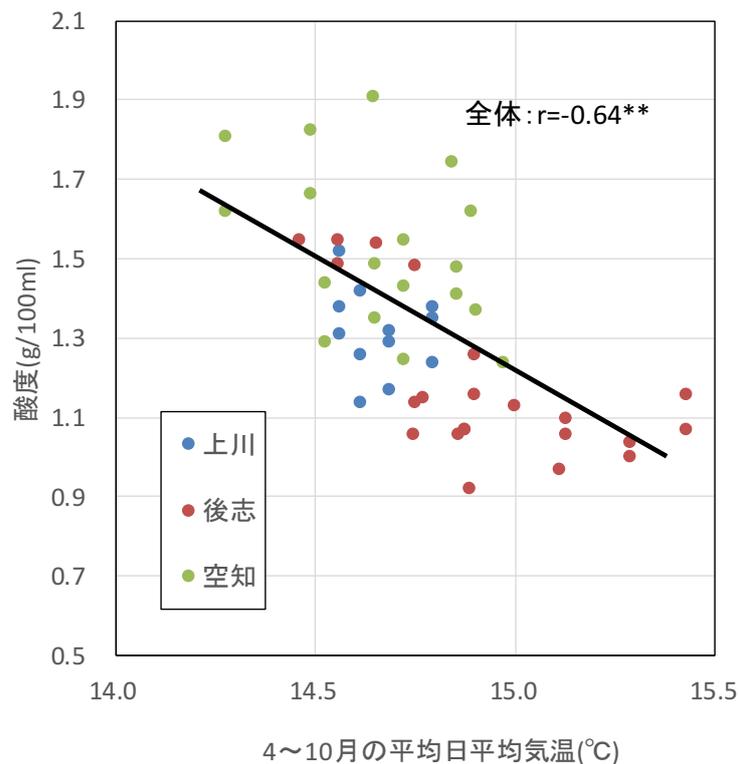


図 3-36 4～10月の平均日平均気温と酸度の関係 (** $p < 0.01$)

今回、新たに2018年のデータを追加したが、過年度結果と同様に、両者は1%水準で有意な負の相関関係を示した。また糖度とは異なり、いずれの地域も回帰線の近辺にデータがプロットされた。以上のことから、ピノ・ノワールの比較的収量水準の低いヴィンヤードでは低温時、高糖ぶどうが高糖度・高酸度になるのに対して、収量水準の高いヴィンヤードではぶどうが低糖度・高酸度になり、収量性の違いにより、異なる品質の醸造用ぶどうが産出されることが確認された。

3-2-2. ピノ・ノワールにおける収量と気象要因の関係

「2-1-1(3)」で示したように、ピノ・ノワールの収量には様々な気象要因が影響すると想定されるため、重回帰分析という手法を取り入れて、収量に及ぼす気象要因の影響を評価した。重回帰分析に用いた気象項目は以下の通りである。

表 3-2 重回帰分析に利用した気象項目

重回帰分析に利用した気象項目
冬期間の凍害危険日*
消雪後の寒害危険日**
生育期間(4~10月)の平均日平均気温
生育期間(4~10月)の平均日日照時間
生育期間(4~10月)の積算降水量
前年8~10月の平均日平均気温
前年8~10月の平均日日照時間
前年8~10月の積算降水量

*日最低気温が -15°C 以下で、かつ積雪深が50cm未満の日の積算値

**消雪後、日最低気温が氷点化となる日の積算値

気象項目として、生育期間(4~10月)の気象(平均日平均気温、平均日日照時間、積算降水量)を説明変数として採用した。気温の項目としては日平均気温以外に日最高気温、日最低気温の利用も考えられたが、後述するように各気温と収量の単回帰分析の結果を見ると、明らかに日平均気温と収量の間の相関係数が高かったため、気温の代表値として日平均気温を採用することとした。

その他、凍害の有無が収量に影響を及ぼすことが想定されるために、凍害危険日を説明変数として採用した。通常、凍害は -15°C を下回る条件で発生リスクが高まるが、樹体が積雪で覆われている場合には凍害を回避することができる。積雪深が50cm以上あると、樹体を十分被覆することができるので、最低気温が -15°C 未満、かつ積雪深が50cm未満の条件を凍害危険日とし、その積算日数を説明変数とした。

春先の現場においては、消雪直後には圃場に余剰水が冠水する状況が認められることがあり、その後の低温で冠水した水が凍結する場合がある。その時期については、樹体はまだ地表面に寝かされたままであり、余剰水の凍結は地表面の枝を巻き込んだ形で発生する。枝の凍結はその後の発芽数の減少要因となり、果実収量が低下する。図 3-26、図 3-27、図 3-28 に示すように近年の融雪期における日平均気温、日最高気温の上昇傾向は顕著であるが、日最低気温の高温化はそれほど顕著ではない。このような近年の気象動向が収量に及ぼす影響を検討することが重要であり、その観点からも消雪後、日最低気温が氷点下となる日の積算

日を春期の寒害危険日と定義し、説明変数として加えた。

さらに、前年の気象は花房の数・大きさに影響する可能性があり、データ提供元の中央農業試験場の助言により前年 8～10 月の気象要因を採用することとした。なお、採用した各項目は生育期間(4～10 月)と同様とした。

重回帰分析の結果、分散分析が 1%水準で有意な重回帰式を作成することができた。

$$Y = -57.9 \times x_1 + 290 \times x_2 - 0.965 \times x_3 + 510 \quad R^2 = 0.70$$

ただし、Y；収量、 x_1 ；寒害危険日、 x_2 ；生育期間(4～10 月)の平均日日照時間、 x_3 ；生育期間(4～10 月)の積算降水量

説明変数として採択されたのは寒害危険日、平均日日照時間、積算降水量であり、上川、後志地域においては寒害危険日が多く、積算降水量が多いほどピノ・ノワールの収量は低下し、日照時間が多いほど収量が増加することが統計学的に裏付けられた。また、これら 3 要素で収量変動も 70%が説明できる推定精度の高い重回帰式が作成できた(図 3-37)。

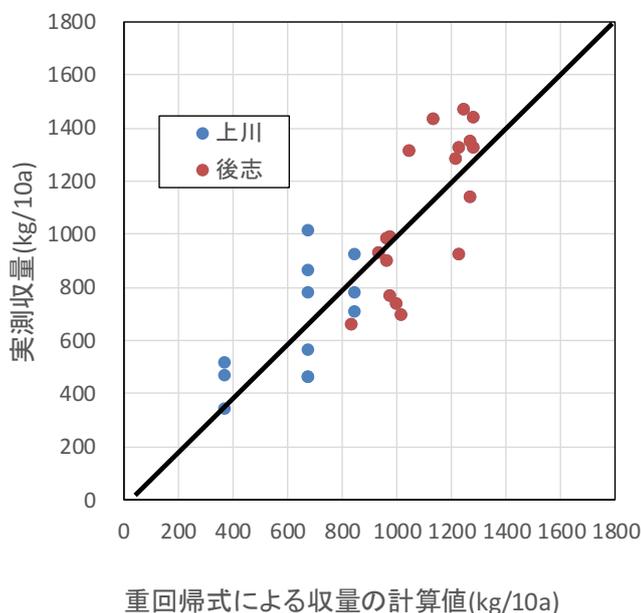


図 3-37 重回帰式による収量の計算値と実測収量の関係

この重回帰式を用いて、空知地域の収量調査地点における収量を計算し、実測収量との違いを検討した(図 3-38)。

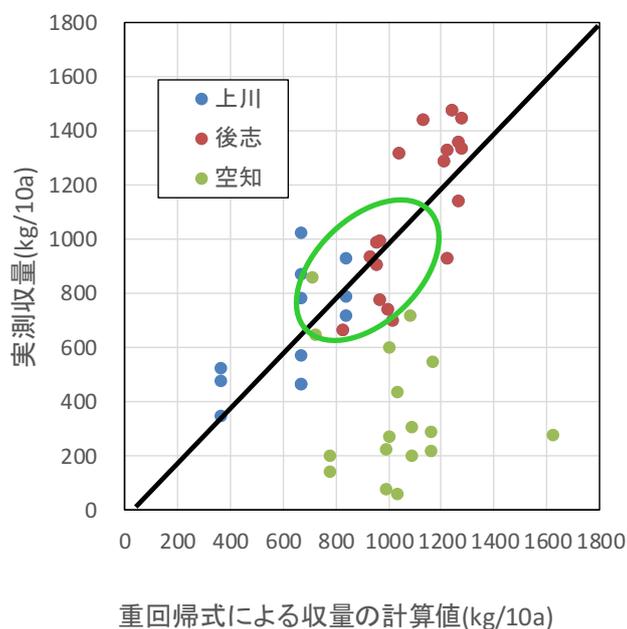


図 3-38 重回帰式による収量の計算値と実測収量の関係 2

その結果、空知地域の計算値は緑枠の回帰線上の範囲の収量水準であることが試算されたが、ほとんどの実測値で計算値を下回り、その絶対値は上川、空知地域に比べても低いことが多かった。

以上のことから、空知地域のピノ・ノワール栽培地においては、必ずしも上川や後志地域に比べて、気象条件の観点からは条件不利地とは言えず、気象以外の要因(管理、土壌)によって収量水準が低くなっている可能性が示唆された。

以下には、重回帰分析に用いた各気象項目(気温は日平均以外に、最高、最低も含む)と収量の散布図を示す。

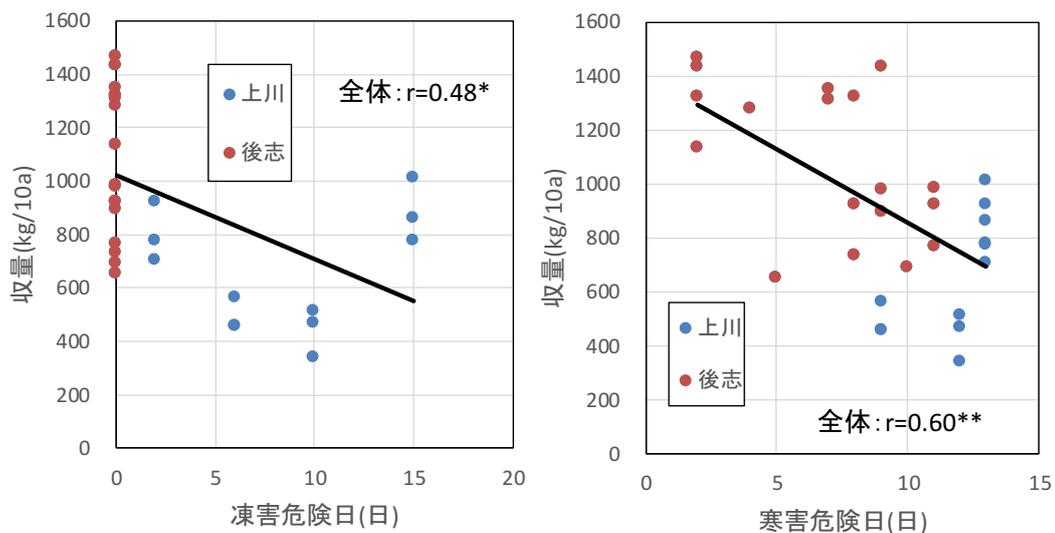


図 3-39 凍害危険日数、寒害危険日数と収量との関係(* $p < 0.05$ 、** $p < 0.01$)

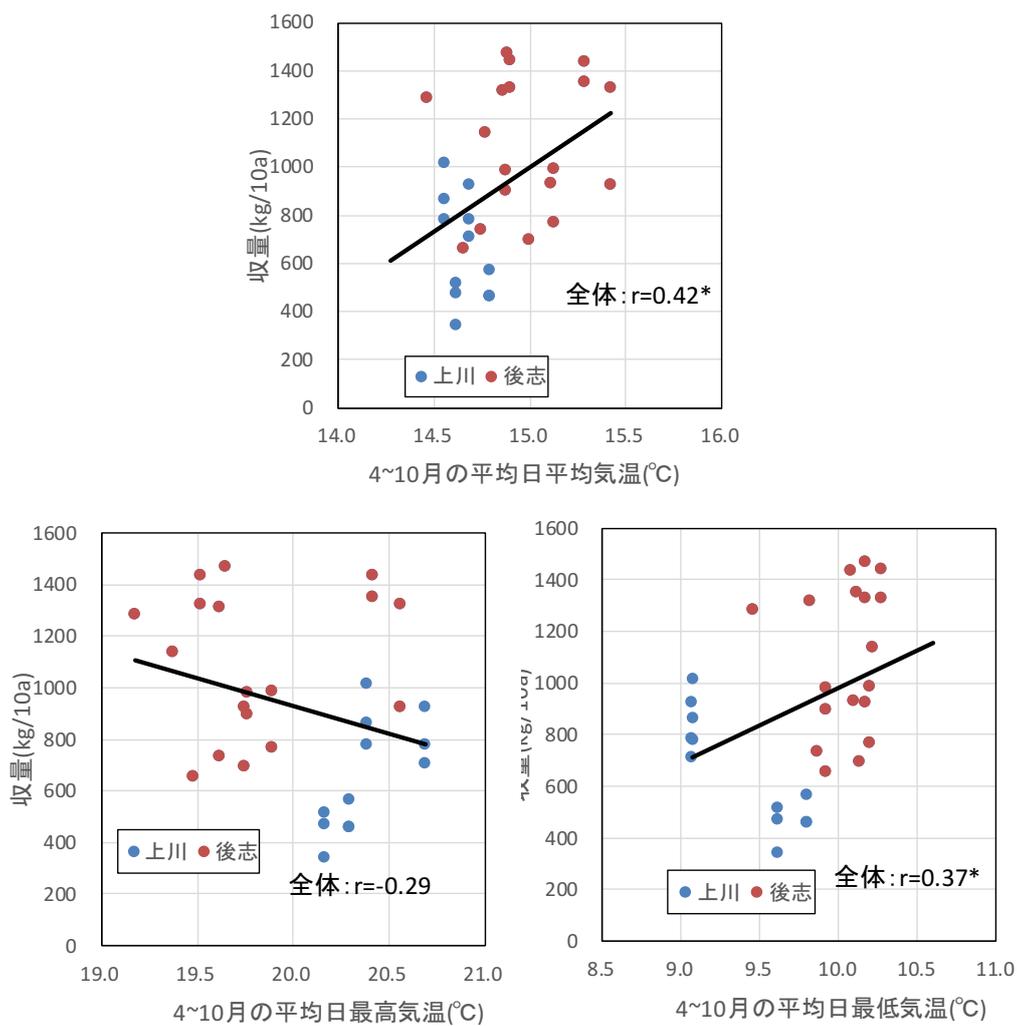


図 3-40 4~10月の各気温項目と収量の関係(* $p < 0.05$ 、** $p < 0.01$)

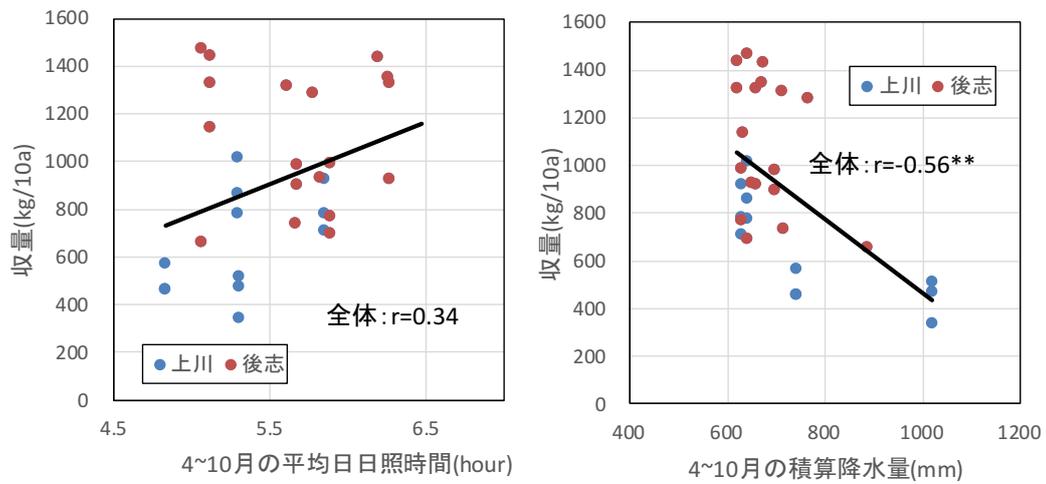


図 3-41 4～10月の平均日日照時間、積算降水量と収量の関係 (** $p < 0.01$)

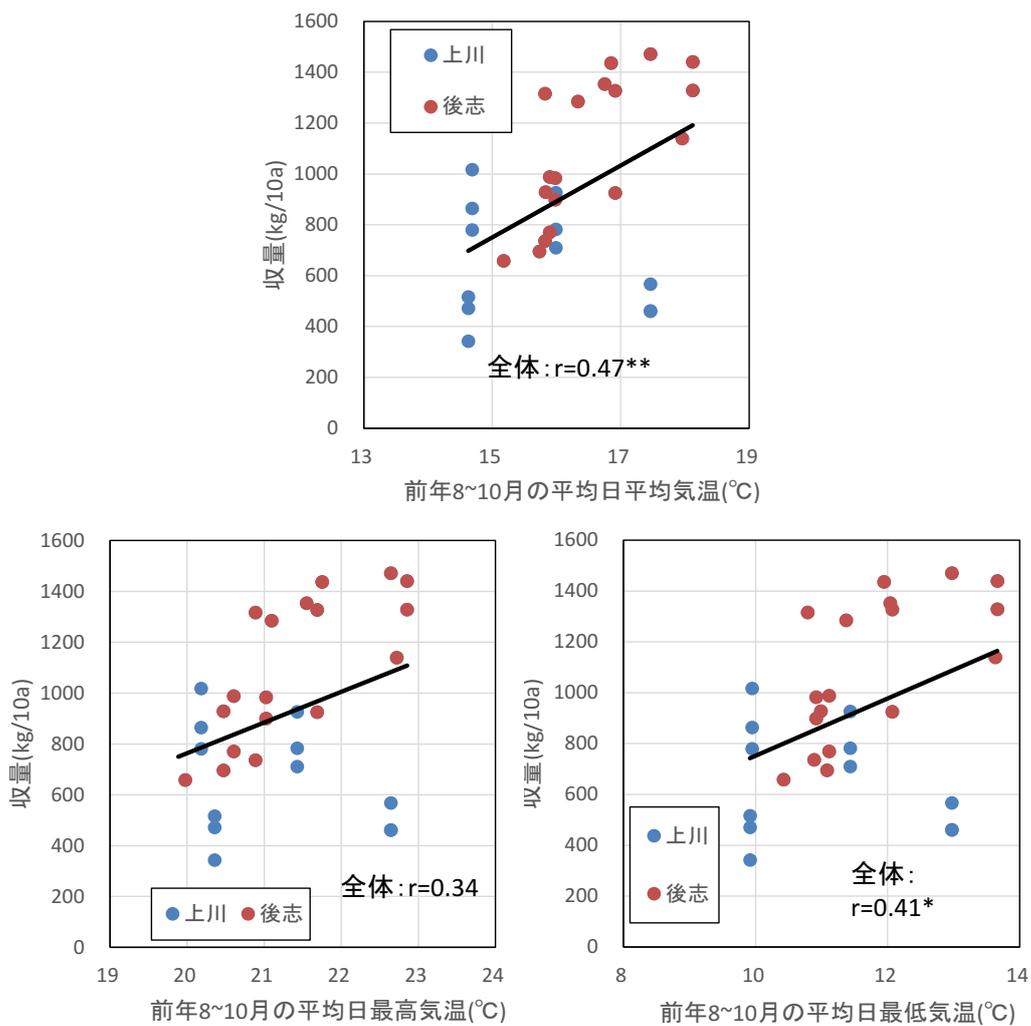


図 3-42 前年8～10月の各気温項目と収量の関係 (* $p < 0.05$ 、** $p < 0.01$)

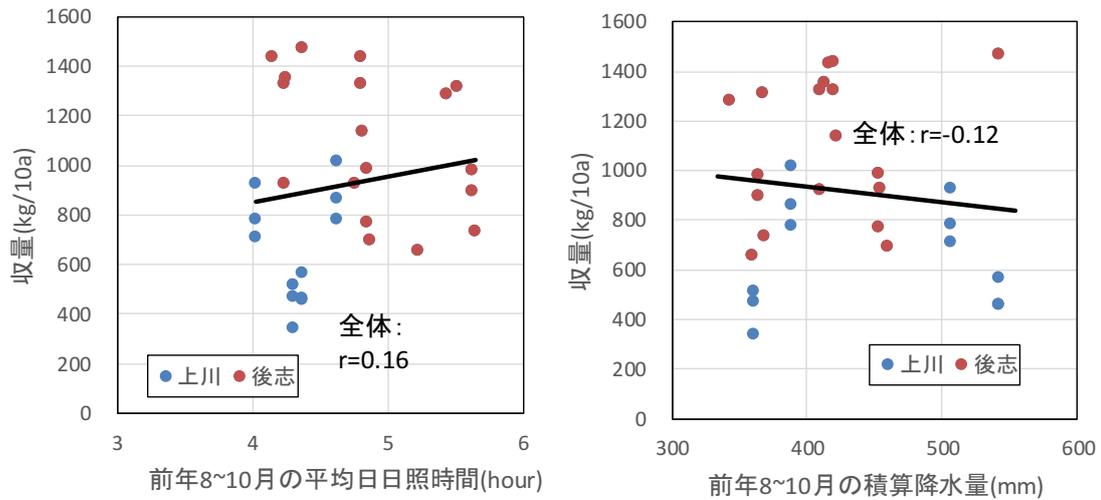


図 3-43 前年 8～10 月の平均日日照時間、積算降水量と収量の関係(* $p<0.05$ 、** $p<0.01$)

単回帰分析を見ると、前年 8～10 月の平均日平均気温および平均日最低気温はそれぞれ 1% 水準、5%水準で有意な関係が得られた。しかし、それらの項目は、上述したように重回帰分析の有意な説明変数として棄却された。

前年 8～10 月の平均日平均気温と収量の関係の詳細を見ると、後志地域では明確な正の相関関係が見られるが、上川地域ではその関係が不明瞭であった。その点から推察すると、重回帰式分析で前年の平均日平均気温が説明変数として棄却されたのは、上川地域では前年の気象よりも、他の項目の方が収量に及ぼす影響が卓越していたことによると考えられる。

以上のように、今回作成した重回帰分析は収量調査時の気象範囲内の中で作成したものであり、気象条件が今回の解析範囲外の地域においては、影響する気象要因が異なる可能性があることに留意が必要である。

3-2-3. 醸造用ぶどうの収量に及ぼす土壌要因の影響

本調査において、重回帰分析に用いた収量調査地点の土壌断面例とその土壌化学性を示す(写真 3-1)。なお、これらは中央農業試験所からの提供を受けたものである。



写真 3-1 後志地域で重回帰分析に利用した収量調査地点の土壌断面写真(中央農業試験場提供)

土壌断面内には一時過湿の根拠となる斑紋(酸化鉄の斑点等)が見られず、排水性に問題がないと土壌断面と判断できる。

表 3-3 重回帰分析に利用した収量調査地点の土壌化学性(中央農業試験場提供)

	深さ (cm)	pH	有効態リン 酸 (mg/100g)	交換性加里 (mg/100g)	交換性石 灰 (mg/100g)	交換性苦 土 (mg/100g)	熱水抽出 性窒素N (mg/100g)	リン酸 吸収係数	陽イオン 交換容量 (CEC) (me/100g)
第1層	0-19	7.6	44.7	56.9	1010.1	24.1	19.4	1341	32.0
第2層	19-37	7.2	3.1	32.1	242.8	18.7	2.2	1083	13.6
第3層	37-72	5.5	2.1	27.5	155.0	48.4	1.2	823	16.0
基準(北海道の維持管理樹園地)		6.0~6.5	10~20	15~30	CEC(12-25) 350-490	25~40			
基準(ぶどう 藤原ら, 1996)**		6.0~7.0	10以上						
基準(ぶどう欧州系 山梨県の診断 基準)***		6.5~7.5	20~50	25~50	250~500	30~60			
基準(ぶどう米国系、欧米雑種 山 梨県の診断基準)***		6.5~7.0	20~60	25~50	250~400	30~60			

赤字は北海道の基準値を上回る項目を示す

このヴィンヤードの収量調査地点では第1層の pH、有効態リン酸、交換性加里、交換性石灰等、施肥により変動する土壌分析項目が明らかに第2層と異なり、いずれの項目も高い値を示した。これら項目は基準値以上に高まっており、施肥の影響が大きいことが読み取れた。

以上のように、重回帰分析に用いた地点の土壌の特徴として、1例ではあるが排水が良好で、施肥によりかなり養分の集積が進んでいることが挙げられた。

一筆圃場内で生育良好区域と不良区域が見られ、両区域でそれぞれについて土壌調査を行った結果を写真 3-2 に示す。このヴィンヤードで作付されているのはピノ・ノワールであり、本結果も中央農業試験場から提供を受けたものである。

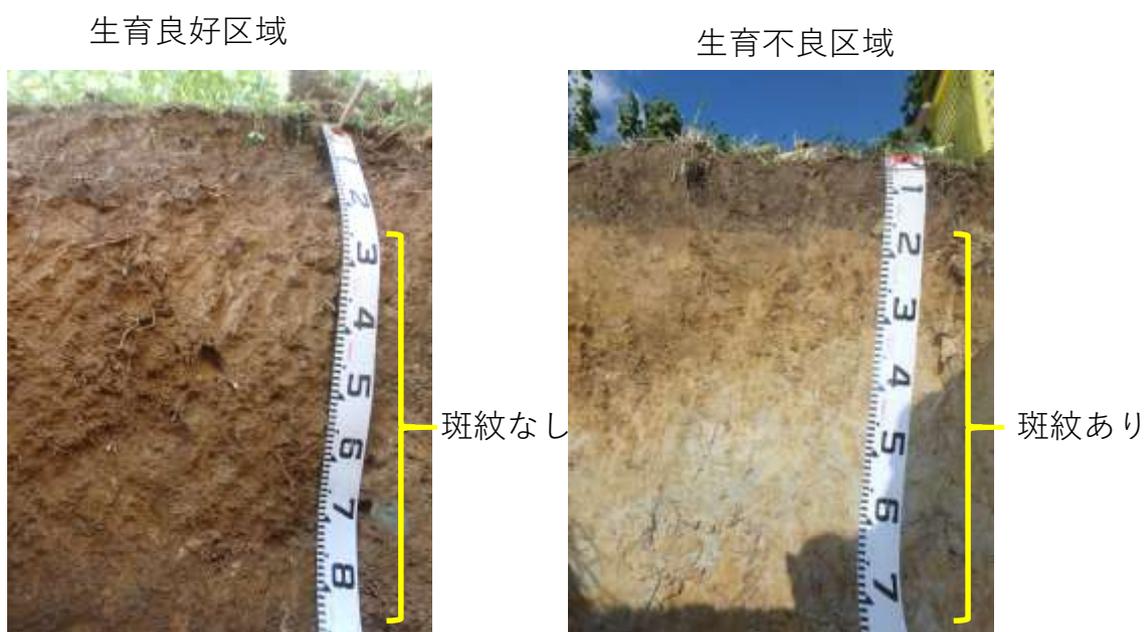


写真 3-2 ヴィンヤード内の醸造用ぶどうの生育の良否と土壌断面(中央農業試験場提供)

このヴィンヤードの生育良好区域の土壌断面については、写真 3-1 に示す重回帰分析に用いた地点と同様の形態を示し、排水性に問題がないことが確認された。それに対して生育不良区域では下層の灰色化が進んでおり、そこにはオレンジ色を呈する鉄の斑紋が観察された。このような土壌では融雪時や多量降雨時等に一時過湿になる可能性があり、排水不良が問題となる危険性がある。

本業務において、昨年度、調査したヴィンヤードについても生育良好と不良区域が認められたが(品種不明)、やはり生育不良区域では斑紋と共に、土層内に停滞する余剰水が確認され、深さ 60cm より浅い土層の排水が不良であった(写真 3-3)。



写真 3-3 生育不良区域の土壌断面(平成 30 年度調査結果より)

以上のことから、収量の安定多収化を目指すためには、土壌の排水性改善が有効であると考えられる。その他、表 3-3 から施肥管理も収量の安定化には重要なことが示唆されるので、例えば、重回帰分析に用いた地点と空知地域のヴィンヤードとの施肥管理体系の相違点についても明らかにしていくことが重要と考えられる。

3-3. 土壌調査

3-3-1. 土壌断面調査

3-3-2. 土壌理化学性調査

以下、個別ワイナリーのデータとなるため、
非公表

4. 引用文献

藤原俊六郎・安西徹朗・加藤哲朗, 1996: 土壌診断の方法と活用. pp281, 農文協, 東京

Gladstone J., 1992: Viticulture and Environment, Winetitles, Adelaide, pp310.

Gladstone J., 2011: Wine, Terroir and Climate Change Viticulture and Environment, Kent Town, South Australia: Wakefield Press, pp277.

北海道農業改良普及協会, 2016: 北海道施肥ガイド 2015, pp246.

北海道立総合研究機構農業研究本部, 2012: 土壌・作物栄養診断のための分析法 2012. 195pp.

Jones, G.V., 2006: Climate and Terroir: Impacts of Climate Variability and Change on Wine, Geoscience Canada Reprint Series, Geological Association of Canada, St. John's, Newfoundland, 9, 1-14.

窪川 茂・窪田友幸, 1985: 優良ブドウ園土壌の理化学性調査. 山梨県果樹試験場研究報告, 6, 109-116.

農作物施肥指導基準:

http://www.maff.go.jp/j/seisan/kankyo/hozen_type/h_sehi_kizyun/yamanashi01.html

丹羽勝久・大淵清志・保井聖一・菊地晃二, 2003: 十勝管内における耕盤層の発達程度の土壌間差とその要因の検討. 北農, 70, 129-136.

横井義雄・北川 巖・後藤英次・田丸浩幸, 2001: 北海道上川地方の堅密性堅結性土壌に対するオープナー式有材心土改良耕の効果, 土壌の物理性, 88, 37-44.