

麦類における播種時期と気温の違いが 生育・収量性に及ぼす影響について

岡田 彰夫・河田 和利

キーワード：播種期別，暖冬年，寒冬年，播性，生育，収量

Effect of Sowing Date and Temperature on Growth and Yield of Wheat

Akio OKADA, Kazutoshi KAWATA

Key words : sowing date, warm winter year, cold winter year, winter habit, growth, yield

Abstract

We investigated the growth and yield of barley cultivar 'Ichibanboshi' and wheat cultivar 'Sanukinoyume 2009' based on crop experiments in which sowing date was varied.

1. Results showed a positive correlation between main culm leaf number and accumulated temperature in both 'Ichibanboshi' and 'Sanukinoyume 2009', with earlier sowing and warmer winters resulting in faster increase in the number of leaves and greater final number of leaves. Variation in the final number of main culm leaves due to sowing date was greater in 'Ichibanboshi', which is more winter-hardy than 'Sanukinoyume 2009'.
2. In both 'Ichibanboshi' and 'Sanukinoyume 2009' crops, the later the sowing date, the lower the number of panicles produced. The number of panicles was also lower in years with cold winters than in years with warm winters. Particularly in 'Ichibanboshi' crops, the number of panicles was markedly lower in crops sown in late November or later.
3. Yield (grain test weight) showed the same tendency as panicle number and was markedly lower in 'Ichibanboshi' crops sown in late November or later and in 'Sanukinoyume 2009' crops sown in early December or later.
4. Temperature is closely related to growth stage transition. Accumulated temperature from sowing to the beginning of panicle formation was strongly correlated with period average of the daily average temperature during that period, with accumulated temperature decreasing with decreasing temperature. The period average of the daily average temperature from the beginning of panicle formation to heading showed a strong negative correlation with the length of that period, with length of the period decreasing with increasing temperature. The length of the period from heading to maturity (ripening period) was strongly correlated with the length of the heading period and the period average of the daily average temperature during the heading period. The earlier the heading period, the lower was the temperature and the longer the ripening period.

摘 要

香川県の奨励品種である裸麦「イチバンボシ」、小麦「さぬきの夢2009」の播種時期別作況試験をもとに生育反応および収量性について検討した。

1. 主稈葉数は「イチバンボシ」、「さぬきの夢2009」とともに積算気温と正の相関関係があり、播種時期が早いほど、また寒冬年より暖冬年で増加速度が速く、最終の葉数も多くなった。播種時期別の最終の主稈葉数の変動は播性の高い「イチバンボシ」で大きかった。
2. 穂数は「イチバンボシ」、「さぬきの夢2009」とともに播種時期が遅くなるほど少なくなった。また寒冬年は暖冬年より少なくなった。特に寒冬年には「イチバンボシ」で11月下旬播き以降で穂数が著しく少なかった。
3. 収量（精玄麦重）は穂数と同じ傾向を示し、「イチバンボシ」で11月下旬播き以降、「さぬきの夢2009」で12月上旬播き以降で著しく低下した。
4. 生育ステージの移行には気温が深く関係している。播種期～幼穂形成始期までの積算気温は、その期間の日平均気温の期間平均値と相関が強く、気温が低いほど積算気温が小さくなった。幼穂形成始期～出穂期の日平均気温の期間平均値は、その期間の日数と相関が強く、気温が高いほど日数は短くなった。出穂期～成熟期の日数（登熟日数）は出穂期、あるいはその期間の日平均気温の期間平均値と相関が強かった。出穂期が早いほど、気温が低く、登熟日数は長くなった。

緒 言

香川県農業試験場においては、県内で栽培されている主要品種の裸麦「イチバンボシ」、小麦「さぬきの夢

2009」を用いて、毎年、11月中旬播きで麦類作況試験を実施している。その中で、2015年播きからは、播種時期を5段階（11月上旬、11月中旬、11月下旬、12月上旬、12月下旬）に拡大し試験を実施してきた。

2020年播き麦類作況試験で、6か年が経過するので、その試験データを取りまとめて、播種時期に対する生育反応および収量性について検討した結果について報告する。

材料および方法

試験は香川県農業試験場内のは場で、2015年播き（2016年産）から2020年播き（2021年産）までの6生育周期に実施した。品種は「イチバンボシ」（裸麦、播性Ⅴ）、「さぬきの夢2009」（小麦、播性Ⅱ）を供試した。播種時期は、11月上旬播き（11月4日～6日）、11月中旬播き（11月12日～16日）、11月下旬播き（11月22日～26日）、12月上旬播き（12月2日～7日）、12月下旬播き（12月18日～21日）の5段階とした。なお、播種年により降雨の影響で播種時期が前後している。栽培方法は、ドリル播栽培（条間20cm）とした。播種量は、2015、2016年播きは約0.9kg/a、2017～2020年播きは約0.8kg/aとした。施肥は速効性化成肥料を用いた基肥－追肥体系とし、裸麦では窒素成分で0.80-0.35kg/a、小麦では0.90-0.35kg/aを基本として施用した。追肥時期は幼穂長2～3mmの頃とした。なお、播種年ごとに天候や生育状況に合わせて、表－1のとおり調整した。1試験区の面積は80m²とし、2反復を設けた。

生育調査は出芽期、12月15日、1月20日、2月10日、3月1日、3月20日に実施し、草丈、茎数、主稈葉数を調査した。また、幼穂形成始期（幼穂長1mm）、節間伸長開始期（節間長5mm）、出穂期に達した日を確認した。成熟期に稈長、穂長、穂数を調査し、1区2m²×2か所を刈りして収量調査（裸麦2.0mm、小麦2.2mmのふるい目で調製）を実施した。

表－1 各播種年の施肥量

播種年	イチバンボシ			さぬきの夢2009		
	11月上・中旬播き	11月下旬播き	12月上・下旬播き	11月上・中旬播き	11月下旬播き	12月上・下旬播き
2015年	0.80-0.35	0.60-0.15	0.60-0.15	0.90-0.35	0.70-0.15	0.70-0.15
2016年	0.80-0.20	0.80-0.20	0.70-0.00	0.90-0.20	0.90-0.20	0.80-0.00
2017年	0.80-0.20	0.80-0.20	0.70-0.20	0.90-0.20	0.90-0.20	0.80-0.20
2018年	0.80-(0.10)-0.25	0.80-(0.10)-0.25	0.70-0.25	0.90-(0.10)-0.25	0.90-(0.10)-0.25	0.80-0.25
2019年	0.80-0.35	0.80-0.35	0.70-0.25	0.90-0.35	0.90-0.35	0.80-0.25
2020年	0.80-0.35	0.80-0.35	0.80-0.35	0.90-0.35	0.90-0.35	0.90-0.35

基肥-(中間追肥)-追肥で、窒素成分量をkg/aで示した。

相関関係にかかる指標については、ピアソンの積率相関係数（ r ）を用いて統計処理をおこなった。

結果および考察

1. 暖冬年と寒冬年の生育反応および収量性

気象庁の暖冬年、寒冬年の基準に基づき、表-2のとおり各播種年を区分し、暖冬年（2015, 2016, 2018, 2019, 2020年の平均）と寒冬年（2017年）の比較により生育の傾向を検討した。

1) 主稈葉数

12月15日から翌3月20日の期間中の暖冬年と寒冬年における主稈葉数の推移を、「イチバンボシ」を図-1、「さぬきの夢2009」を図-2に示した。両麦とも、どの

播種時期も暖冬年より寒冬年で、主稈葉数の増加が遅れるとともに緩やかであった。最終の主稈葉数は播種時期が遅くなるほど少なくなり、寒冬年は暖冬年より少なくなった。なお播種時期による主稈葉数の差は、表-3のとおり、「さぬきの夢2009」より「イチバンボシ」の方が大きかった。

また各播種年の主稈葉数と播種日からの積算気温の関係を見ると、「イチバンボシ」(図-3), 「さぬきの夢2009」(図-4)ともに出葉は気温により大きく影響されていた。

以上のことより、「イチバンボシ」, 「さぬきの夢2009」ともに、主稈葉数は播種からの積算気温と強く関係しており、播種日からの積算気温で葉数が決まる。このため播種時期が遅れると気温が下がること、また寒冬年には

表-2 各播種年の暖冬・寒冬年の区分

播種年	12月～2月の平均気温 ℃	平年値との差 ℃	暖冬・寒冬年の区分
2015年	6.3	1.1	暖冬年
2016年	5.8	0.6	暖冬年
2017年	3.9	△1.3	寒冬年
2018年	6.3	1.1	暖冬年
2019年	6.7	1.5	暖冬年
2020年	5.9	0.7	暖冬年

数値は気象庁のアメダスデータ（地点：滝宮）の月ごとの値を用いた。

平年値は1981～2010年の平均気温の平均値とした。

暖冬・寒冬年の区分は気象庁の基準（暖冬・平年並・寒冬）による。

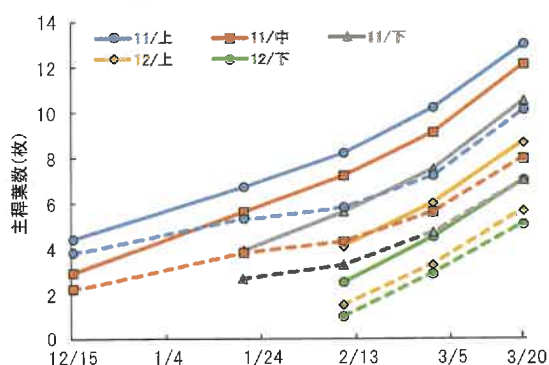


図-1 葉数の推移（イチバンボシ）
実線は暖冬年の平均値で、破線は寒冬年の値。

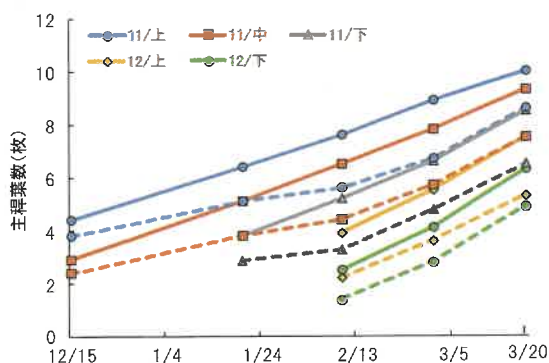
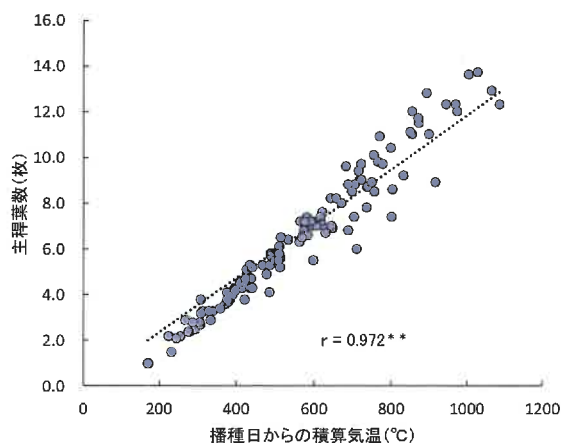


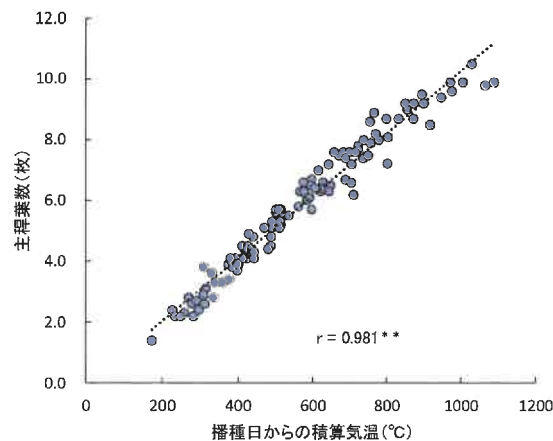
図-2 葉数の推移（さぬきの夢2009）
実線は暖冬年の平均値で、破線は寒冬年の値。

表-3 播種時期別の主稈葉数

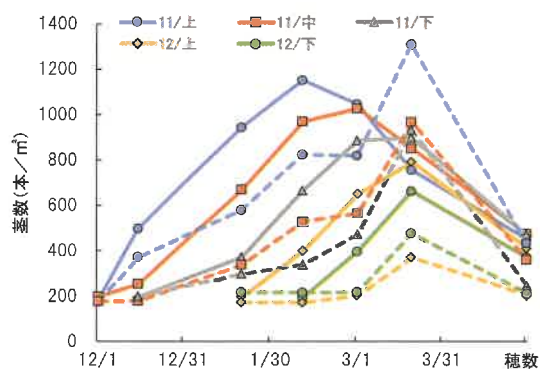
品種	区分	11/上(A)	11/中	11/下	12/上	12/下(B)	播種時期による差(A-B)
イチバンボシ	暖冬年	13.2	12.6	11.7	10.4	9.8	3.4
	寒冬年	11.4	10.0	9.7	8.7	8.9	2.7
さぬきの夢2009	暖冬年	10.0	9.8	9.5	9.3	8.7	1.3
	寒冬年	9.8	9.7	9.3	8.8	8.8	1.0



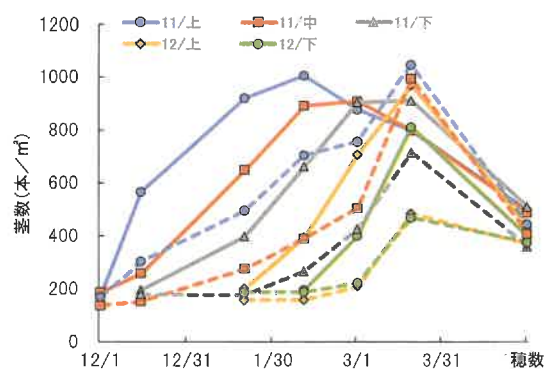
図－3 主稈葉数と積算気温（イチバンボシ）
**：0.1%水準で有意。



図－4 主稈葉数と積算気温（さぬきの夢2009）
**：0.1%水準で有意。



図－5 稈数の推移（イチバンボシ）
実線は暖冬の平均値で、破線は寒冬の値。



図－6 稈数の推移（さぬきの夢2009）
実線は暖冬の平均値で、破線は寒冬の値。

気温が低いことから、葉数の増加が遅くなった。これにより最終の主稈葉数は生育期の気温が高い暖冬年、また播種時期が早い方が多くなる傾向があると考えられる。なお播種時期別の最終葉数の差が「さぬきの夢2009」より「イチバンボシ」で大きいのは、「さぬきの夢2009」は播種Ⅱであるため花芽分化に対する低温要求性が低く、ある程度の生育量が確保された時に花芽分化するのに対して、「イチバンボシ」は播種Ⅴであるため低温要求性が高いので播種時期が早いほど、低温を受けるまでの生育期間が長いため葉数が多くなると考えられた。

2) 稈数および穂数

図－5、図－6のとおり、両麦とも暖冬年には播種時期が早いほど最高分げつ期も早くなったが、寒冬年には暖冬年より稈数の増加が遅れるとともに、最高分げつ期も遅くなり、12月上旬播き、12月下旬播きでは最高分げつ数が少なかった。

穂数について、「さぬきの夢2009」では暖冬年の11月中旬播きの穂数を基準にした場合、12月下旬播きでも

81.6%を確保しており、寒冬年でも穂数が少ない11月下旬播きに73.8%を確保していた（表－4）。これは、「さぬきの夢2009」では播種性が低く、生育量が確保しやすいためと考えられる。

また「イチバンボシ」では暖冬年には12月下旬播きでも、11月中旬播き穂数に対して78.3%を確保しているものの、寒冬年には11月下旬播きで52.1%と低く、11月下旬以降では穂数確保が難しかった。これは、「イチバンボシ」では播種性が高く、寒冬年には11月下旬播き以降、生育の早い時期に低温要求を満たし花芽分化へと生育ステージが変化するので生育量が確保しにくいと考えられる。

3) 稈長および穂長

稈長について、両麦とも播種時期が遅くなるほど、短くなった。また寒冬年は暖冬年より短くなる傾向があった（表－5）。

穂長も稈長と同様の傾向であった。なお両麦とも寒冬年には11月下旬播き以降、穂長が大幅に短くなった。こ

表－４ 播種時期別の穂数と有効茎歩合

品種	対比項目	区分	11／上	11／中	11／下	12／上	12／下
イチバンボシ	穂数 (本／m ²)	暖冬年	452 (95.4)	474 (－)	471 (99.4)	411 (86.7)	371 (78.3)
		寒冬年	434 (91.6)	360 (75.9)	247 (52.1)	205 (43.2)	213 (44.9)
	有効茎歩合 (%)	暖冬年	39.2	46.1	52.4	51.9	56.0
		寒冬年	33.1	37.2	26.4	55.4	44.7
さぬきの夢2009	穂数 (本／m ²)	暖冬年	497 (101.8)	488 (－)	510 (104.5)	434 (88.9)	398 (81.6)
		寒冬年	455 (93.2)	408 (83.6)	360 (73.8)	369 (75.6)	376 (77.0)
	有効茎歩合 (%)	暖冬年	49.5	53.7	56.0	44.8	49.1
		寒冬年	42.5	41.0	50.5	76.1	80.2

括弧内の数値は、暖冬年の11月中旬播きの穂数を100とした値。

表－５ 播種時期別の稈長と穂長

品種	対比項目	区分	11／上	11／中	11／下	12／上	12／下
イチバンボシ	稈長 (cm)	暖冬年	87.8	87.7	82.6	76.5	74.3
		寒冬年	84.7	77.5	68.5	59.9	59.5
	穂長 (cm)	暖冬年	5.0	5.2	5.1	4.9	4.8
		寒冬年	5.2	5.2	4.6	4.5	4.4
さぬきの夢2009	稈長 (cm)	暖冬年	82.3	81.1	78.3	74.0	70.1
		寒冬年	78.2	74.4	65.8	64.3	63.3
	穂長 (cm)	暖冬年	10.6	10.0	8.9	8.6	8.2
		寒冬年	10.3	9.9	8.1	7.2	7.1

表－６ 播種時期別の精玄麦重

品種	区分	11／上	11／中	11／下	12／上	12／下
イチバンボシ	暖冬年	41.8 (92.1)	45.4 (－)	41.5 (91.4)	37.0 (81.5)	32.6 (71.8)
	寒冬年	36.3 (80.0)	35.4 (78.0)	27.7 (61.0)	26.0 (57.3)	19.6 (43.2)
さぬきの夢2009	暖冬年	57.4 (106.5)	53.9 (－)	52.7 (97.8)	44.8 (83.1)	42.2 (78.3)
	寒冬年	57.7 (107.1)	54.4 (100.9)	47.0 (87.2)	39.3 (72.9)	32.1 (59.6)

精玄麦重はkg/aで示した。

括弧内の数値は、暖冬年の11月中旬播きの精玄麦重を100とした値。

れは幼穂形成期が3月に入り気温の上昇により幼穂形成の期間が短縮されたためと考えられる。

4) 収量性

暖冬年と寒冬年の播種時期別の精玄麦重は、上記の穂数と同じ傾向を示し、「さぬきの夢2009」では寒冬年の影響が11月下旬播きから見られ、12月上旬播き以降で著しく精玄麦重が低下した。また「イチバンボシ」でも11月上旬播きから影響が見られ、11月下旬播き以降は著しく低下した(表－6)。

各播種年、播種時期別の精玄麦重を収量構成要素から検討した。なお全粒数は、精玄麦重を千粒重で除して算出した。

精玄麦重は、両麦とも全粒数と相関が強かった(図－7、図－8)。また全粒数は穂数の影響を受けていた(図－9、図－10)ことから、両麦とも収量に対する関係は穂数が最も密接であり、収量を高めるには穂数の確保が重要であると考えられた(表－7)。なお、このことは藤吉¹⁾も指摘している。

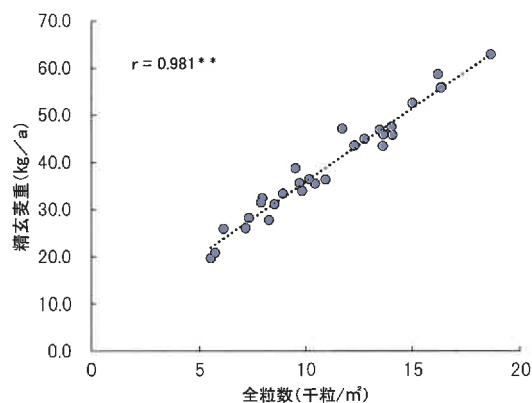


図-7 全粒数と精玄麦重 (イチバンボシ)

** : 0.1%水準で有意。

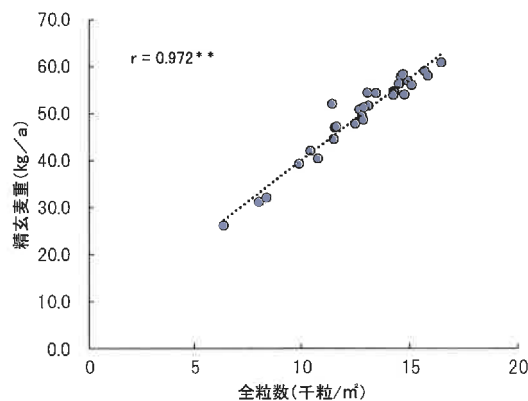


図-8 全粒数と精玄麦重 (さぬきの夢2009)

** : 0.1%水準で有意。

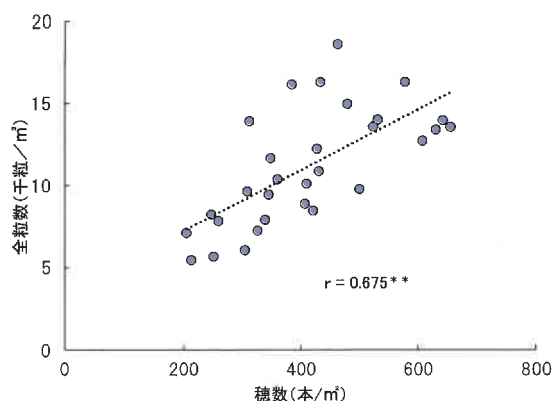


図-9 穂数と全粒数 (イチバンボシ)

** : 0.1%水準で有意。

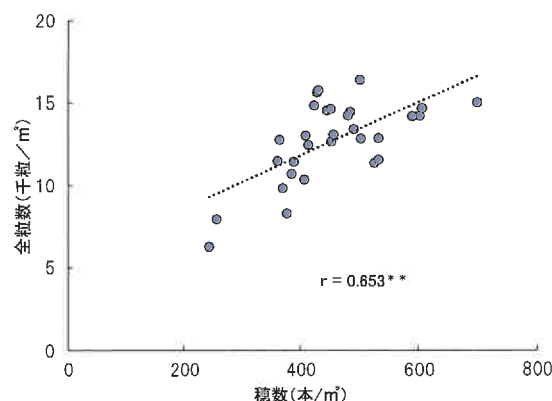


図-10 穂数と全粒数 (さぬきの夢2009)

** : 0.1%水準で有意。

表-7 収量構成要素間の相関係数

品種	精玄麦重との関係		全粒数との関係	
	全粒数	千粒重	穂数	一穂粒数
イチバンボシ	0.980**	-0.362	0.675**	0.442
さぬきの夢2009	0.972**	-0.227	0.653**	0.360

** : 0.1%水準で有意。

2. 播種年および播種時期と生育ステージの関係

各生育ステージ（幼穂形成始期、出穂期、成熟期）における積算気温や日数について、各播種年および播種時期ごとの関係性を検討した。

1) 播種期～幼穂形成始期

播種期～幼穂形成始期までの積算気温は、その期間の日平均気温の平均値と相関が強く、期間平均気温の平均値が低いほど、播種期～幼穂形成始期までの積算気温は小さい傾向があった（図-11、図-12）。特に「イチバンボシ」では、「さぬきの夢2009」より相関が強い傾向があった。これは「イチバンボシ」では播種が高い関係

で気温が低い方が低温要求を早く満たすためと考えられる。なお、「さぬきの夢2009」は主稈葉数で見たとおり、播種が低いので、播種時期別の葉数の差が小さく、播種時期が早いほど気温が高く積算気温が大きくなる傾向があるものと考えられた。

2) 幼穂形成始期～出穂期

両麦とも、幼穂形成始期～出穂期の日平均気温の期間平均値とその期間の日数には強い相関があり、気温が高いほど日数は少なくなった。これは期間平均気温が高いほど幼穂の生育が促されるためと考えられた（図-13、図-14）。

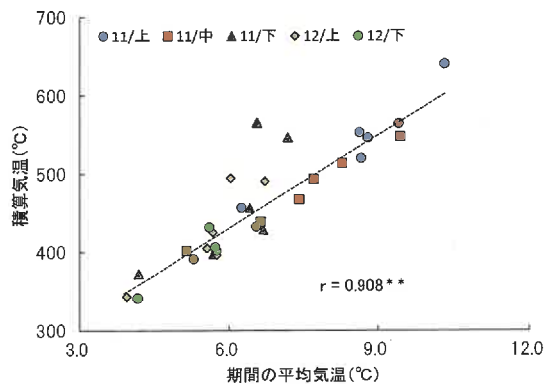


図-11 平均気温と積算気温（イチバンボシ）
播種期～幼穂形成始期

**：0.1%水準で有意。

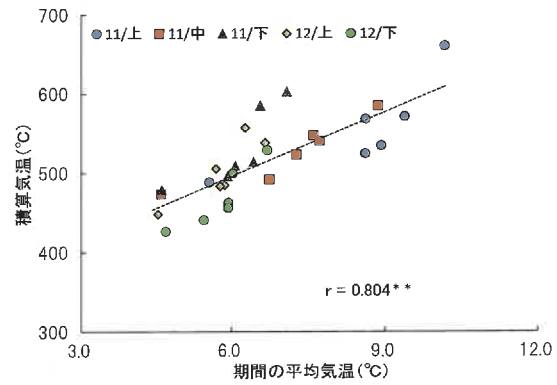


図-12 平均気温と積算気温（さぬきの夢2009）
播種期～幼穂形成始期

**：0.1%水準で有意。

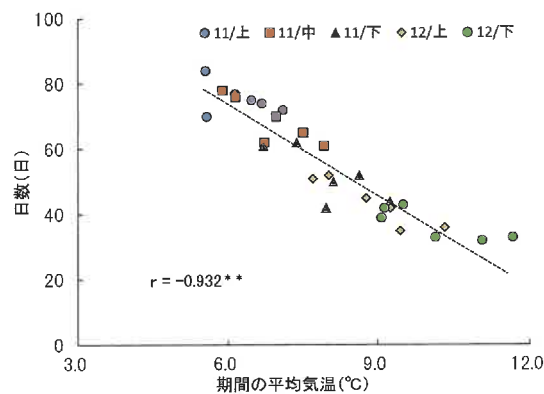


図-13 平均気温と日数（イチバンボシ）
幼穂形成始期～出穂期

**：0.1%水準で有意。

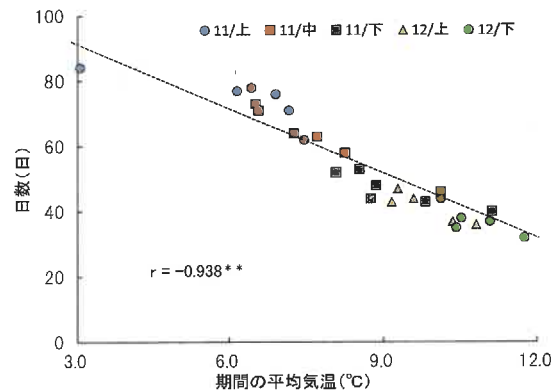


図-14 平均気温と日数（さぬきの夢2009）
幼穂形成始期～出穂期

**：0.1%水準で有意。

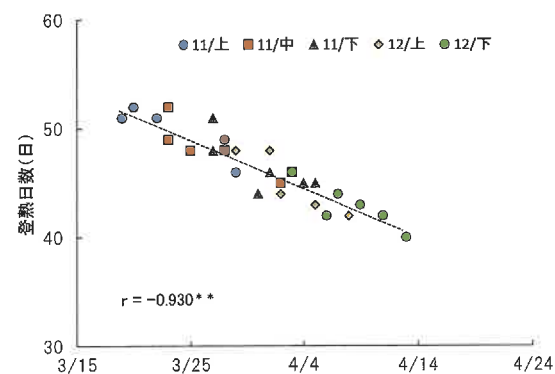


図-15 出穂期と登熟日数（イチバンボシ）
出穂期～成熟期

**：0.1%水準で有意。

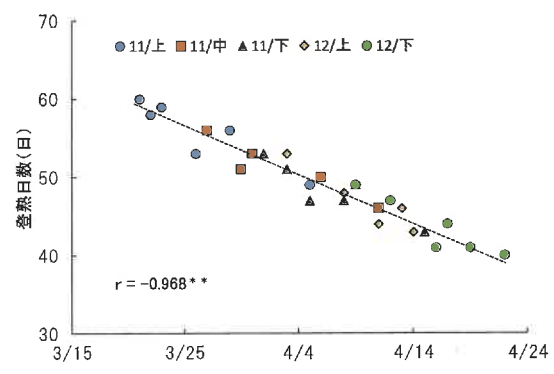


図-16 出穂期と登熟日数（さぬきの夢2009）
出穂期～成熟期

**：0.1%水準で有意。

3) 出穂期～成熟期

両麦とも、出穂期～成熟期の登熟日数は、出穂時期と相関が強かった（図-15、図-16）。また出穂期の時期ほどではないが、登熟日数はその期間の日平均気温の期間平均値とも相関が強かった。つまり出穂期が早いほ

ど、出穂期～成熟期間の気温は低く、登熟日数が長くなった（図-17、図-18）。なお、その期間の日平均気温の期間平均値と積算気温との関係を見ると、「さぬきの夢2009」ではある程度の関係性があるが、「イチバンボシ」では積算気温との関係性が見いだせない状況で

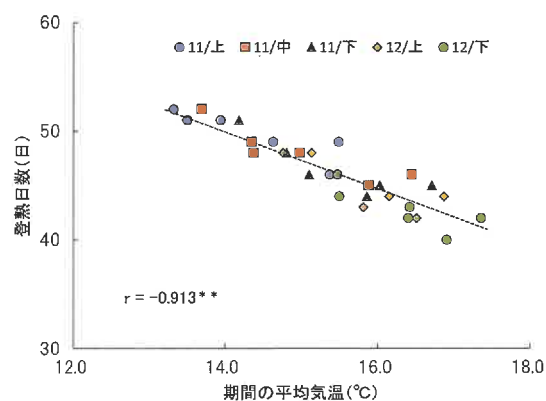


図-17 平均気温と登熟日数（イチバンボシ）
出穂期～成熟期

**：0.1%水準で有意。

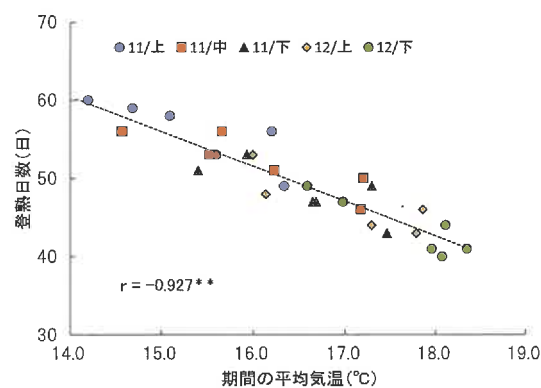


図-18 平均気温と登熟日数（さぬきの夢2009）
出穂期～成熟期

**：0.1%水準で有意。

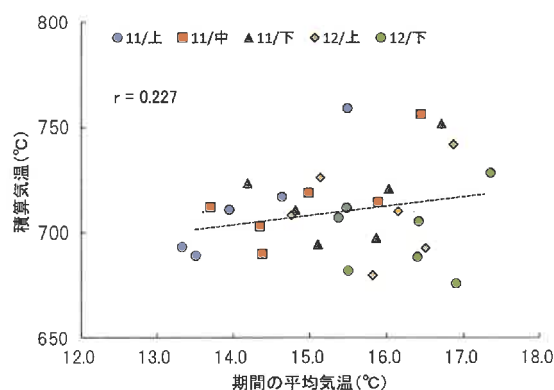


図-19 平均気温と積算気温（イチバンボシ）
出穂期～成熟期

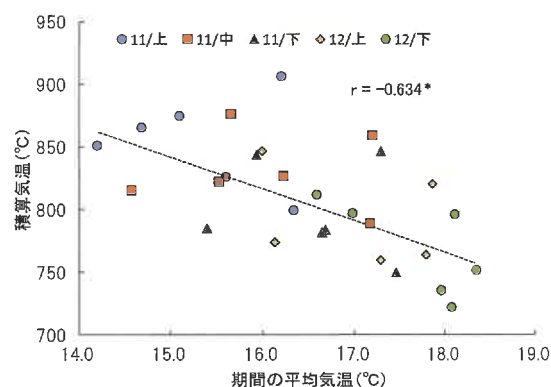


図-20 平均気温と積算気温（さぬきの夢2009）
出穂期～成熟期

*：0.5%水準で有意。

あった（図-19、図-20）。これは、「イチバンボシ」では気温により登熟日数が決まる傾向があるものと考えられた。

謝 辞

本研究の実施は過去からの継続に負うところが大きく、前任者の努力に敬意を表する。また、研究の実施では当場の作物・特作部門研究員および会計年度任用職員の方々に多大な協力をいただいた。ここに記して深く感謝申し上げる。

引用文献

- 1) 藤吉正記（1953）：小麦と裸麦における秋播性程度および播種期と生育、収量との関係について、九州農業試験場集報1巻4号：357-406