

平成30年度終了 豆類振興事業助成金（試験研究）の成果概要

1 課題名 気象変動に対応した金時類の安定生産技術の開発

2 研究実施者

研究代表者（地独）北海道立総合研究機構 農業研究本部 十勝農業試験場

研究部 生産環境グループ 研究主任 小谷野茂和

分担 同 小豆菜豆グループ、地域技術グループ

3 実施期間 平成28年度～30年度（3年間）

4 試験研究の成果概要

（1）試験研究の目的

近年の気象変動に伴い、金時の成熟期（8月下旬～9月中旬）付近の気温の上昇と、豪雨の頻発が色流れ粒（図1）の増加を招いている。そこで、本研究では金時の色流れ粒の発生実態を調査するとともに、成熟期付近の気象変動を解析する。また、晩播や窒素追肥の影響を明らかにし、色流れ粒発生リスクの低減に向けた播種時期を設定する。



図1 金時の色流れ

（2）実施計画、手法

1) 金時の生産および出荷に関する現地実態調査

十勝管内にて金時を生産する10農協に対して、アンケート調査を実施した。

2) 金時の生育期間における最近の気象変動の解明

道内の主な金時作付町村または近隣町村のアメダスポイント9地点において、過去10年間（1984～1993年）および最近10年間（2009～2018年）の8月上旬から10月下旬の降水量、日平均気温、日照時間の旬別値および日別値の標準偏差を比較した。

3) 晩播・窒素追肥が金時の生育・収量・子実品質等に与える影響の検討

場内圃場および十勝管内農業センター、生産者圃場等の計6圃場において、播種時期（2～3時期）を変え、金時（1～3品種）を栽培した。また、基肥量（1～3水準）と窒素追肥有無の組み合わせによる生育・収量への影響を検討した。生育期節（開花期、成熟期）、開花期の生育、倒伏程度、葉落ち良否、収量、収量構成要素、色流れ粒率、窒素吸収量等を調査した。

4) 金時の生育日数予測式の作成と播種時期の設定

1978～2017年の道内12町村（農試および現地圃場）における金時の作付データとアメダスデータを用い、金時の生育期間（播種期から成熟期）における日平均気温と生育日数の関係を解析し、生育日数の予測式を作成した。作成した生育日数予測式を用いて、目標成熟期



と生育期間の日平均気温を基に、播種時期を設定した。

※本成果では、概ね5月下旬（5月16～31日）播種、6月上旬（6月1～15日）播種、6月下旬（6月16～30日）播種の体系をそれぞれ「標播」、「晩播」、「極晩播」と呼称する。

(3) 成果の概要

1) 金時の生産および出荷に関する現地実態調査

農協へのアンケートによると、実際の播種期は5月下旬～6月上旬が一般的で、「大正金時」の成熟期は9月上～中旬となっているのが現状であった。金時は多くの場合、秋まき小麦の前作として栽培されており、9月下旬の小麦播種に間に合わせる事が、産地では優先されていた。一方、収穫後に秋まき小麦を作付けしない場合は、収穫期を10月20日頃まで延長可能であるとの回答もあった。晩播により出荷が遅れた場合、豊作年等であれば価格が相対的に下がるおそれもあるが、最近相場は相場の発表が遅いので価格下落の影響はないとの回答もあった。

窒素追肥については、「あり」・「なし」・「状況に応じて」などと、農協によって回答が分かれた。

2) 金時の生育期間における最近の気象変動の解明

金時の主産地の各町村におけるアメダスデータによると、最近10年間(2009～2018年)は、過去10年間(1984～1993年)と比べて、8月下旬～9月中旬の日平均気温が1℃前後上昇するだけでなく、降水量の変動が大きくなり、台風などによる異常降雨の日数も増加傾向にあった。

一方、9月下旬は、30mm/日以上降雨日数が最近10年間で1～2日であり、降雨リスクが最も低い時期であった(表1)。

表1 金時の成熟期付近における、各旬別の30mm/日以上降雨日数

月旬	1984～1993年									2009～2018年								
	芽室	更別	本別	上土幌	池田	浦幌	大樹	和寒	美幌	芽室	更別	本別	上土幌	池田	浦幌	大樹	和寒	美幌
8月 下旬	6	11	6	6	5	5	13	6	3	7	4	2	5	3	2	5	3	2
9月 上旬	9	9	5	4	4	5	11	5	2	6	7	3	8	5	7	7	5	3
中旬	4	6	2	3	4	3	7	2	2	5	5	3	4	4	6	7	4	6
下旬	4	5	2	5	2	2	6	2	1	1	2	1	2	2	1	2	2	2
10月 上旬	7	6	1	3	3	3	5	0	0	4	6	3	3	5	5	7	3	7

注) 各期間におけるアメダスデータの日別降水量から算出した。

3) 晩播・窒素追肥が金時の生育・収量・子実品質等に与える影響の検討

播種期が遅いほど、播種期から開花期までの日数は短く、開花期から成熟期までの日数は長くなった(表2)。これは、晩播により開花期以前の気温は高く、逆に開花期以降の気温は低くなるためである。また、中生の「福勝」を早生の「大正金時」と同日に播種すると、3～10日成熟期が遅れた(表3)。特に極晩播では品種間差が広がり、成熟期に達しない事例もあった。

開花期までの生育については、播種期が遅くなるにつれ、草丈は長く、茎葉重は重く、窒素吸収量も多くなった（表2）。成熟期の倒伏程度は極晩播で悪化した。葉落ちは同等であった。莢数は極晩播で低下したものの、百粒重は増加し、収量も増える傾向であった。「大正金時」の色流れ粒率は極晩播で減少する傾向があった（表4）。

開花期の窒素追肥による成熟期の遅れはせいぜい1日程度であった。追肥により、莢数・百粒重・子実重は増加したが、倒伏が増え、葉落ちが遅れる傾向があった（表5）。このため、初期生育の旺盛な極晩播栽培においては、追肥は行うべきではない。

金時の色流れ粒率は成熟期前10日間の降水量と有意な正の相関関係にあり（図2）、すなわち同期間の降水量が多くなると、色流れ粒の発生リスクが高まることを示した。

表2 播種期の違いによる金時の生育日数および開花期の生育等への影響（大正金時）

播種期	播種日 (月日)	開花期 (月日)	成熟期 (月日)	生育日数(日)			積算温度(°C)			開花期生育			
				播種 ~ 開花	開花 ~ 成熟	合計	播種~ 開花	開花~ 成熟	合計	草丈 (cm)	茎葉重 (g/株)	NDVI	窒素 吸収量 (kg/10a)
標播	5/27	7/15 a	9/4 a	49 a	52 a	101 ns	753 a	995 ns	174 ns	32.3 a	85 n	0.72 ns	2.9 a
晩播	6/9	7/21 b	9/15 b	42 b	57 b	98	692 b	1051	1741	35.4 a	112 ^s	0.77	4.1 b
極晩播	6/23	7/31 c	9/26 c	38 c	58 c	97	700 b	997	1709	39.4 b	112	0.80	4.2 b

注) 2014~2018年、6場所、のべ18事例(最大)の平均。対応のあるHolmの多重比較(異なる文字に5%の有意差あり)

表3 品種・播種期の成熟期等への影響

年次	品種	播種期 (月日)	開花期 (月日)	成熟期 (月日)		生育日数 大正 播種~開花~ 対比 開花 成熟		
				9/2	9/9	0	53	
2016	大正金時	標播	5/26	7/18	9/2	0	53	48
		晩播	6/9	7/24	9/9	0	46	50
		極晩播	6/28	8/4	9/30	0	37	57
	福勝	標播	5/26	7/19	9/7	5	54	51
		晩播	6/9	7/26	9/16	7	47	54
		極晩播	6/28	8/4	10/10	10	37	67
かちどき	標播	5/26	7/18	9/6	4	54	51	
	晩播	6/10	7/26	9/13	4	47	49	
	極晩播	6/27	8/4	10/4	4	38	61	
2017	大正金時	標播	5/27	7/11	9/4	0	45	55
		晩播	6/11	7/18	9/15	0	37	59
		極晩播	6/24	7/28	9/24	0	34	58
	福勝	標播	5/26	7/12	9/7	4	47	58
		晩播	6/11	7/20	9/20	6	39	62
		極晩播	6/25	8/1	9/29	9	37	59
かちどき	標播	5/24	7/11	9/9	7	48	60	
	晩播	6/11	7/20	9/21	8	39	63	
	極晩播	6/25	8/1	10/2	10	37	62	
2018	大正金時	標播	5/27	7/18	9/7	0	52	51
		晩播	6/8	7/22	9/15	0	45	55
		極晩播	6/20	7/30	9/21	0	40	54
	福勝	標播	5/26	7/19	9/12	6	53	56
		晩播	6/8	7/25	9/20	4	46	57
		極晩播	6/21	8/1	9/30	8	41	60
かちどき	標播	5/26	7/18	9/12	7	54	55	
	晩播	6/8	7/25	9/21	6	47	58	
	極晩播	6/23	8/2	10/5	12	40	64	

注)各播種期3~6事例の平均。2017年極晩播(斜体)において「福勝」「かちどき」の成熟期未達事例は平均に含まない。

表4 播種期の違いによる金時の成熟期の生育・収量・子実品質等への影響（大正金時）

播種期	播種日	倒伏 程度	葉落 良否	成熟期 草丈	莢数	一莢内 粒数	百粒重	総重	子実重	屑粒率 うち色流れ	窒素 吸収量	
	(月日)	(0-4)	(1-5)	(cm)	(莢/株)	(粒/莢)	(g)	(kg/10a)	(kg/10a)	(%)	(%)	(kg/10a)
標播	5/27	1.2 a	3.0 ns	45 a	16.7 a	2.67 ns	69.0 a	438 ns	237 a	30.2 ns	17.3 ns	8.4 ns
晩播	6/9	1.9 ab	2.8	48 ab	16.7 ab	2.62	74.6 b	454	239 a	26.2	17.1	9.2
極晩播	6/24	2.4 b	2.9	50 b	15.9 b	2.71	78.8 c	479	265 b	19.1	11.1	9.9

注) 2014~2018年、6場所、のべ18事例（最大）の平均。対応のあるHolmの多重比較（異なる文字に5%の有意差あり）
斜体のデータは甚大な台風被害を受けた2016年の結果を除外して計算した。

表5 窒素追肥が金時の生育・収量・子実品質等に与える影響

	成熟期 (月日)	倒伏程度 (0~4)	葉落良否 (1~5)	草丈 (cm)	莢数 (莢/株)	一莢内粒数 (粒/莢)	百粒重 (g)	子実重 (kg/10a)	色流れ粒率 (%)	窒素吸収量 (kg/10a)
追肥なし	9/14	2.2	2.8	45.9	16.6	2.68	70.3	222	12.5	8.1
追肥あり	9/15	2.7	3.4	46.3	18.4	2.75	74.0	268	14.7	10.6
差	0.6	0.5	0.6	0.4	1.8	0.06	3.7	45	2.2	2.5
t検定	**	**	**	ns	**	*	**	**	**	**

注) 2016~2018年、5場所、のべ41事例。対応のあるt検定 (**: 1%、*: 5%水準で有意、ns: 有意差なし)

4) 金時の生育日数予測式の作成と播種時期の設定

金時の生育日数（播種期～成熟期）とその期間における日平均気温は密接な負の相関関係にあり、品種に固有の回帰式が成り立つ（図3）。任意の目標成熟期を設定すれば、最近10年間ににおける生育期間の日平均気温を基に、この式によって生育日数を求め、播種期を算出することができる。

以上の結果から、「大正金時」を6月下旬に、または「福勝」等の中生品種を6月中旬に播種し、成熟期を9月下旬にずらすことで、降雨による色流れリスクの低下と粒大の増加が期待できる。一方、この時期に成熟期を迎える体系にはいくつかの問題点もある。これらをまとめた表6は生産者が播種期を決定する際の参考となる。たとえば、金時の収穫を秋まき小麦播種に間に合わせることを優先させれば、成熟期の晩限は9月15日以前となるが、色流れ粒発生リスクを最少とすることを重視するなら、成熟期を9月30日前後に設定するのが適当である。両者の考え方で設定した成熟期を目標として、品種ごとの回帰式により求めた播種期を表7に示した。

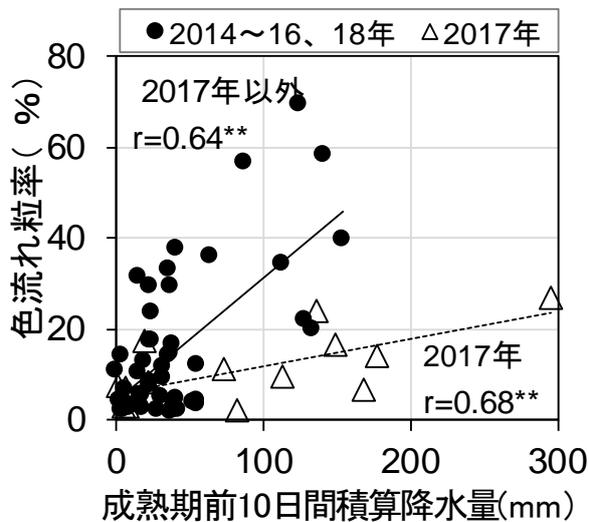


図2 成熟期前10日間の降水量と色流れの関係（大正金時）

注) 2014～2018年十勝農試場内および現地最大5ヶ所のデータ各年9～16事例。降水量は成熟期9日前から成熟期当日の積算。

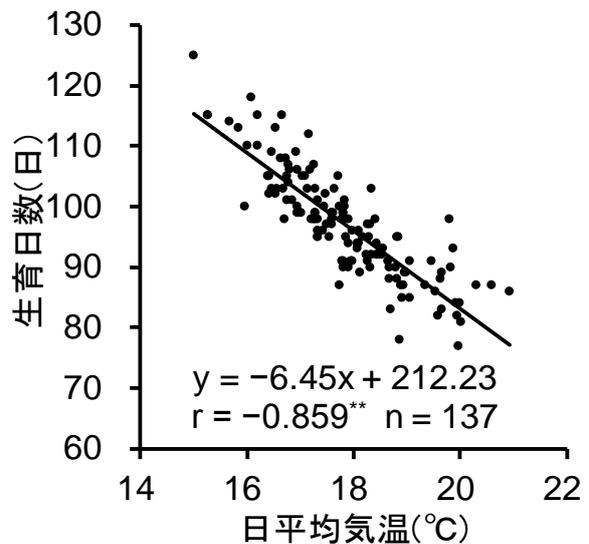


図3 金時の生育日数（播種期～成熟期）と日平均気温の関係（「大正金時」）

注) 十勝農試・北見農試・上川農試・中央農試：1978～2018年、更別村・本別町・士幌町・池田町・浦幌町・幕別町忠類・剣淵町・美幌町：2001～2017年の栽培試験データおよびアメダスデータを供試した。

表6 9月下旬成熟（極晩播）の利点と弊害・リスク

	利点	弊害・リスク
品質面	・30mm以上の降水リスクが最も低く（最近10年）、色流れの低減が期待できる。	・初期生育が旺盛であるため、施肥管理によっては、倒伏が増える可能性がある。 ・灰色かび病や菌核病等が増加するおそれがある。
作業面	・他畑作物の播種・定植と時期が重ならない。 ・他畑作物（他播種期の金時）で発芽・活着トラブル、霜害等があったときに播き直しが可能。	・収穫が秋まき小麦の播種に間に合わない。 ・播種が遅すぎると、成熟期未達や霜害などのリスクがある。 ・収穫が他作物（ばれいしょ・てんさい等）と競合する場合がある。
経済面	・百粒重が増大し、気象条件が良い年には増収も見込める。 ・色流れ粒の減少により、上位等級割合の増加が期待できる。	・豊作年には価格が下落する可能性がある。

表7 目標成熟期と播種期の例

目標成熟期 品種	9/15		9/27～9/30	
	大正金時	福勝	大正金時	福勝
芽室町	6/17	6/11	6/28～6/30	6/23～6/26
更別村	6/10	6/5	6/23～6/26	6/18～6/21
本別町	6/18	6/12	6/29～7/1	6/24～6/27
上士幌町	6/9	6/4	6/22～6/24	6/17～6/19
池田町	6/13	6/7	6/25～6/28	6/20～6/23
浦幌町	6/11	6/6	6/25～6/27	6/20～6/22
大樹町	6/6	5/31	6/20～6/23	6/15～6/18
剣淵町	6/22	6/17	7/1～7/3	6/27～6/29
美幌町	6/14	6/8	6/25～6/28	6/20～6/23

注) 最近10年間のアメダスデータの日平均気温を基に、図3の回帰式を用いて計算した。

しかし、いずれの成熟期でも異常降雨等のリスクはゼロではないため、成熟期を一時期に集中させずにリスク分散することが有効である。現在、十勝地域の菜豆の後作は、秋まき小

麦とそれ以外の作物がほぼ半々で、9月下旬に成熟期を設定する余地は十分にある。

成熟期分散には、同一品種の播種を複数回行う方法と、早晩性の異なる品種を複数作付けする方法がある。播種を複数回行う方法は、播種作業のほかに、雑草・病害虫防除作業も複数回となり、一人の生産者で行うことは困難を伴う。一方、複数品種を作付けする場合、例えば6月中旬に「大正金時」と「福勝」を同時に播種すれば、「大正金時」の収穫は秋まき小麦播種に間に合い、「福勝」は1週間程度遅い9月下旬に成熟することが期待され、色流れ粒発生リスクを分散できる。

(4) 今後の課題

特になし

(5) 成果の波及効果

本成果は、農業改良普及センターや農協を通じて生産者に普及され、金時の色流れ粒の発生回避等のために生産者が播種期設定、品種選択および窒素追肥判断を行うための参考となる。これを用いて一定の面積で成熟期を遅らせることで、地域全体として色流れ粒発生のリスクを分散させ、高品質な北海道ブランド金時の生産維持が可能になる。

(6) 論文、特許等

平成31年普及奨励ならびに指導参考事項（北海道農政部 平成31年3月）