

二条大麦「彩の星」の最適苗立数および追肥法

石井博和*・箕田豊尚**

Optimal Seedling Density and Method of Topdressing on Two-rowed Barley 'Sainohoshi'

Hirokazu ISHII, Toyotaka MINODA

要約 ビール麦「彩の星」において、安定的に目標子実タンパク含有率を達成するための苗立数と追肥法を検討した。苗立数は、多いと子実タンパク含有率が低下しやすく、少ないと穂数不足による減収のリスクが高まった。このため、適正な苗立数は 100~150 本/m² と判断された。次に、追肥は、2 月上旬~茎立期までに行うと増収し、茎立期~出穂期では子実タンパク含有率が高まった。このことから、追肥は、前年までの子実タンパク含有率が目標の範囲内または目標より高い場合は 2 月上旬まで、低い場合は茎立期以降が適期と考えられた。特に、茎立期の展開第 3 葉の葉色 (SPAD 値) が 45 を下回るときは、子実タンパク含有率の目標を達成できないので追肥が必須である。

二条大麦は、小麦と組み合わせて麦作を規模拡大・維持するため重要な麦種である。埼玉県では、二条大麦「彩の星」を 2009 年度に奨励品種に採用した。2012 年度には「はるな二条」および「みょうぎ二条」から「彩の星」へ品種を集約し、2016 年産の栽培面積は 685ha である。二条大麦については購入者であるビール会社が品質、成分について目標値を設けている。その一つである子実タンパク質含有率 (目標値 10.0~11.0%, 許容値 9.5~11.5%) の達成率は生産者の半分程度 (戸数, 2012 年産) であり、達成率を向上させるための天候に左右されず品質を確保する生育診断技術の確立が、強く要望されていた。追肥による子実タンパク含有率の制御は多くの報告があるが (条川ら, 2004 佐藤ら, 1995 千田ら, 2008 廣田ら, 2012), 「彩の星」については、検討されていない。

そこで、現地実態調査を行い「彩の星」の子実タンパク含有率の変動要因を明らかにし、その対策と生育診断による子実タンパク質含有率の適正化技術を確立した。

材料および方法

1 子実タンパク含有率の変動要因実態調査

生産者団体が生産者個人に対し毎年行っている耕種概要等のアンケートの 2012~2014 年 (収穫年) 分について集計・解析し、栽培技術と子実タンパク含有率の関係を検討した。子実タンパク含有率は、近赤外分析装置 (infratec1241) で測定した (乾物換算値)。

2 最適苗立数

実験は、2014~2017 年 (収穫年) に、埼玉県農業技術研究センター玉井試験場水田転換畑 (細粒灰色低地土) で実施した。試験区は、2014 および 2015 年は 50, 100, 150, 200, 250, 300 粒/m² の 6 水準、2016 年は 50, 100, 200, 400 粒/m² の 4 水準、2017 年は 50, 100, 150, 200 粒/m² の 4 水準とし、それぞれ乱塊法 3 反復で行った。

*高度利用・生産性向上研究担当, **高度利用・生産性向上研究担当 (現さいたま農林振興センター)

播種時期は、11月上旬(標準播)とし、2015～2017年は11月下旬～12月上旬の晩播も検討した。肥料は、基肥として高度化成(N:P:K=14:14:14)を用いN量で7kg/10a相当を全面全層に、茎立期追肥として硫酸を用いN量で2kg/10a相当を土壌の表面に、それぞれ施用した。その他の管理は、埼玉県麦類栽培基準に準じて栽培を行った。苗立数、生育、収量および品質調査を行い、最適苗立数を明らかにした。

3 追肥法

(1)追肥時期と収量および子実タンパク含有率

実験は、2014～2015年(収穫年)に、埼玉県農業技術研究センター玉井試験場水田転換畑(細粒灰色低地土)で実施した。試験区は、2月上旬追肥(N量で2kg/10a相当)、茎立期追肥(同2kg相当)、出穂期追肥(同1kg相当)とし、それぞれ無施用区と直交計画により収量および子実タンパク含有率の比較を行った。播種量は2013年が6kg/10a、2014年が7.2kg/10aで、播種は11月上旬に行った。

(2)生育診断による追肥

実験は、2014～2017年(収穫年)に、埼玉県農業技術研究センター玉井試験場水田転換畑(細粒灰色低地土)で実施した。播種期は11月上旬で、播種量は150粒/m²とした。異なる基肥量(0～15kgN/10a)のサンプルについて、草丈、茎数、葉色、乾物重および葉面積を茎立2週間前、茎立期および出穂期に調査し、子実タンパク含有率との関係を検討した。

4 現地実証

2014～2017年(収穫年)、本庄市児玉町蛭川および行田市荒木の現地ほ場において、所内試験で関連の高かった茎立期展開第3葉と子実タンパク含有率の関係を検証した。また、暫定的に作成した栽培指針(苗立数100～150本/m²、茎立期に展開第3葉の葉色45以下で追肥の実施)の現地適応性を、2017年(収穫年)に上記現地ほ場で検討した。実証ほは、ともに灰色低地土で、前作は水稻、播種様式は本庄市が条間25cm、行田が条間20cmのドリル播であった。

結 果

1 子実タンパク含有率の変動要因実態調査

県内生産者の栽培技術と子実タンパク含有率の関係で有意な結果が得られたのは、播種様式と播種量であった。播種様式では、慣行条播(10.8%)はドリル播(10.5%)およびバラ播(10.4%)に比較し、子実タンパク含有率が有意に高かった(図1)。一方、播種量は、多いほど子実タンパク含有率が低下する傾向がみられた(図2)。

2 最適苗立数

収量は、2014および2015年の標準播、2016年の標準播および晩播において、苗立数の減少に伴い減収した(図3,4)。一方、子実タンパク含有率は、苗立数の増加に伴い低下した。また、暖冬であった2015および2016年の標準播では、全体的に子実タンパク含有率が低い傾向であった(図5,6)。

減収がみられた年次・播種時期において、穂数が有意に減少した(表1)。減収のみられない年次・播種時期においては、有効茎歩合が苗立数の減少に伴い高まり、同等の穂数を確保した(表1)。

3 追肥法

(1)追肥時期と収量および子実タンパク含有率

追肥時期が収量および子実タンパク含有率に及ぼす影響を検討したところ、2月上旬追肥では整粒重が無追肥の117%と増収した(図7)。茎立期追肥では、整粒重が無追肥の129%と増収し、子実タンパク含有率は0.5ポイント増加した(図7,8)。出穂期追肥では、子実タンパク含有率が0.5ポイント増加した(図8)。

(2)生育診断による追肥

麦の生育と子実タンパク含有率の関係を検討したところ、茎立期の展開第3葉の葉色が子実タンパク含有率と最も高い正の相関関係を示した(表2)。回帰式($y=0.1237x+3.8729$)から推定すると、茎立期の展開第3葉の葉色(SPAD値)が45を下回ると、子実タンパク含有率は許容値9.5を達成できなかった(図9)。

4 現地実証

茎立期の展開第3葉の葉色は、現地においても子実タンパク含有率と高い正の相関を示した(図10)。栽培指針の実証では、苗立数は、行田の3か所で播種量が多かったために183~191本/m²と目標よりやや多かったものの、その他は目標の苗立が得られた(表3)。また、茎立期追肥は、茎立期の展開第3葉の葉色がSPAD値で45を超えていたため、実施しなかった(表2)。この結果、子実タンパク含有率は全地点で目標値(10.0~11.0%)または許容値(9.5~11.5%)を達成した(表4)。

考 察

県産「彩の星」の子実タンパク含有率は、播種様式および播種量によって変動する傾向が認められた。播種様式では、慣行条播がドリル播やバラ播に比べ、子実タンパク含有率が高かった。一般的に慣行条播は、条間が広いために単位面積当たりの穂数がドリル播やバラ播に比べ少ない傾向であり、このことが子実タンパク含有率の高かった要因と考えられた。播種量については、地域差、施肥量および収量等を含めた解析が必要であるものの、厚播きによる子実タンパク含有率の低下の可能性が示唆された。

苗立数の検討では、収量は、年次によってばらつきはあるが、苗立数の減少に伴い減収した。この時、穂数も有意に減少していることから、減収の要因は穂数不足と考えられた。一方、子実タンパク含有率は、苗立数の増加に伴い低下し、実態調査結果と一致した。子実タンパク含有率低下の原因は、穂数の増加や、有効茎歩合の低下すなわち凋落傾向の生育と考えられた。また、2015および2016年の標準播では、子実タンパク含有率が全体的に低い傾向であった。これは、極端な暖冬により過繁茂凋落傾向の生育を示し、子実タンパク含有率が上がりにくかったと考えられた。そこで、この2年の標準播の結果を異常値として除けば、目標の子実タンパク含有率を確保するための苗立数は、概ね100~150本/m²が適当と判断さ

れた。

追肥時期の検討では、2月上旬追肥で収量が、茎立期追肥で収量および子実タンパク含有率が、出穂期追肥で子実タンパク含有率がそれぞれ向上した。このため、追肥は、過去の子実タンパク含有率が毎年高い場合は、2月上旬までに行い、増収を図る。一方、子実タンパク含有率が低い場合には、作業性が高く増収効果も得られる茎立期追肥を基本とし、極端に低い場合には併せて出穂期追肥を実施する必要と考えられた。

適正子実タンパク含有率を確保するための生育診断方法の検討では、茎立期に展開第3葉の葉色(SPAD値)が子実タンパク含有率と最も相関が高く、診断指標として適応性が高いと考えられた。回帰式から判断すると、茎立期の展開第3葉の葉色(SPAD値)が45以下では子実タンパク含有率は許容値9.5以上を達成できないので、追肥は必須と考えられた。

現地においても、子実タンパク含有率と茎立期展開第3葉の葉色(SPAD値)の正の相関は高く、生育診断指標として適すると考えられた。また、栽培指針に従って栽培したところ概ね目標を達成した。このため、栽培指針の現地適応性は高いと判断された。

最後に、本研究において異常暖冬年には変則的な結果が得られており、黒ボク土では未検討である。このため、さらなる精度向上には、これらへの対応技術の検討が必要と考えられた。

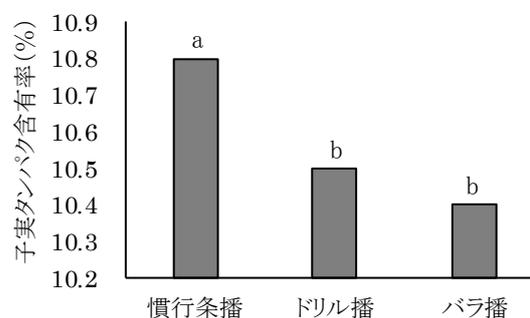


図1 播種様式と子実タンパク含有率
子実タンパク含有率は近赤外分析(Infratec1241)で測定。
異なるアルファベット間にはTukey法により5%水準で有意差あり

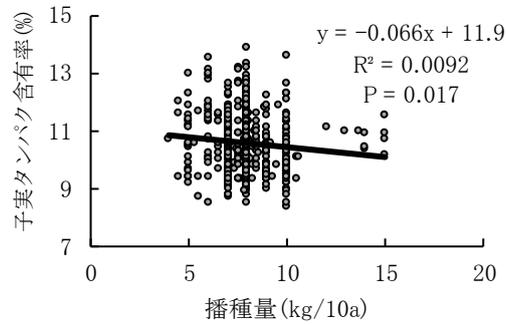


図2 現地における播種量と子実タンパク含有率
子実タンパク含有率は近赤外分析
(Infratec1241)で測定。n=635

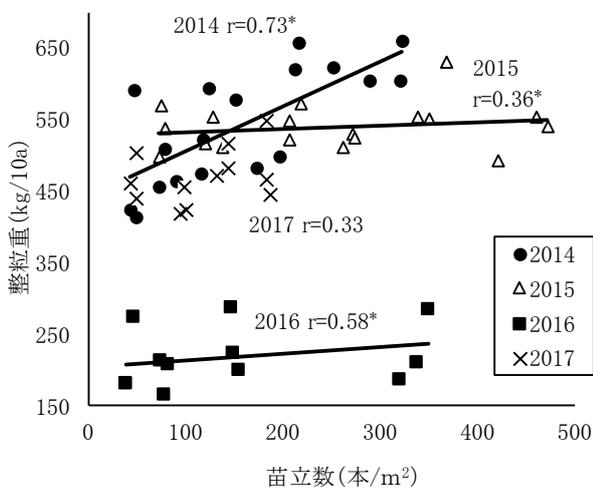


図3 標準播種栽培における苗立数と整粒重
整粒重は2.5mmの篩上の重量
*は5%水準で有意

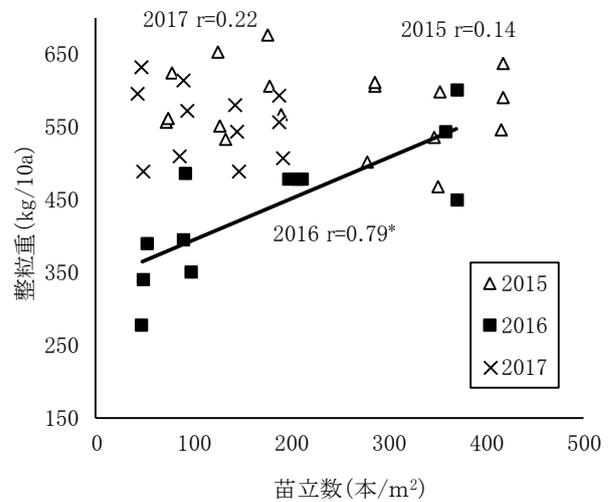


図4 晩播栽培における苗立数と整粒重
整粒重は2.5mmの篩上の重量
*は5%水準で有意

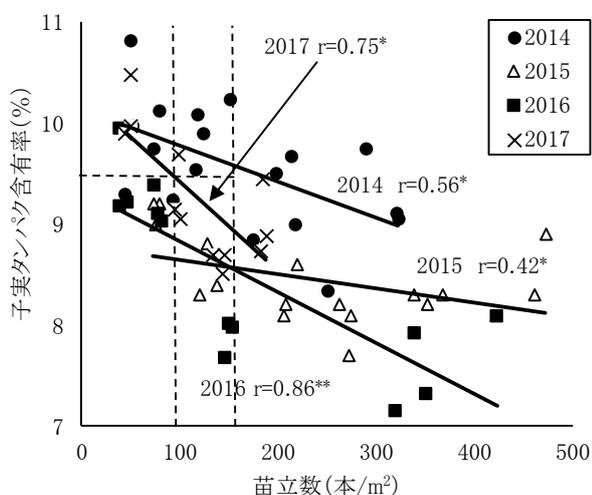


図5 標準播種栽培における苗立数と子実タンパク質含有率
子実タンパク含有率は近赤外分析(Infratec1241)で測定
*は5%水準、**は1%水準で有意

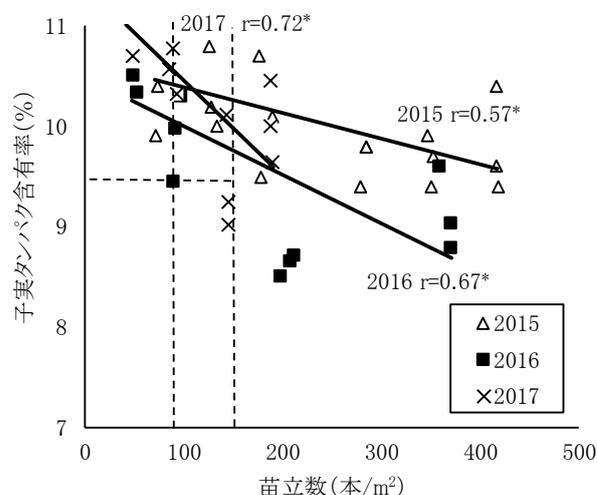


図6 晩播栽培における苗立数と子実タンパク質含有率
子実タンパク含有率は近赤外分析(Infratec1241)で測定
*は5%水準で有意

表1 苗立数と有効茎歩合，穂数

播種時期	試験区	2014		2015		2016		2017	
		有効茎歩合	穂数	有効茎歩合	穂数	有効茎歩合	穂数	有効茎歩合	穂数
標準播	50	0.66	521 a	0.55	726 a	0.57	602 a	0.99 a	875
	100	0.76	583 a	0.51	785 ab	0.47	544 a	0.69 ab	949
	150	0.58	697 ab	0.42	791 ab	-	-	0.47 b	957
	200	0.42	636 a	0.38	820 ab	0.64	751 b	0.45 b	943
	250	0.59	783 ab	0.45	1001 b	-	-	-	-
	300	0.53	958 b	0.42	898 ab	-	-	-	-
	400	-	-	-	-	0.73	940 c	-	-
晩播	50	-	-	0.63 a	863	0.45	484 a	0.90 a	694
	100	-	-	0.43 ab	909	0.51	589 ab	0.70 b	822
	150	-	-	0.49 ab	730	-	-	0.54 bc	790
	200	-	-	0.42 ab	871	0.41	745 bc	0.45 c	836
	250	-	-	0.52 ab	959	-	-	-	-
	300	-	-	0.39 b	878	-	-	-	-
	400	-	-	-	-	0.47	922 c	-	-

試験区は，設定した苗立数を示す。-は試験区の設定なし。

各年次における異なるアルファベット間には，Tukey法（5%）により有意差あり。

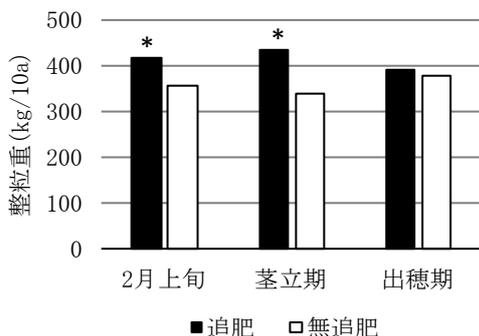


図7 追肥時期と収量

2015年産の調査結果
 整粒重は2.5mm縦目篩で選別した子実重
 *は5%水準で無追肥と有意差あり
 2月上旬及び茎立期追肥は2kg/10a
 出穂期追肥は1kg/10a施用した(いずれも硫安)

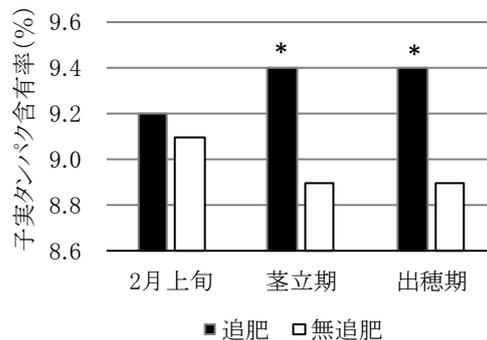


図8 追肥時期と子実タンパク含有率

2015年産の調査結果
 子実タンパク含有率は近赤外分析(Infratec1241)で測定
 *は5%水準で無追肥と有意差あり
 2月上旬及び茎立期追肥は2kg/10a
 出穂期追肥は1kg/10a施用した(いずれも硫安)

表2 子実タンパク含有率と相関が高い茎立期の各項目とその相関係数

年次	n	葉色 (展開第3葉)	葉色 (同2葉)	葉色 (同4葉)	葉色 (同1葉)	葉面積 指数
2014	8	-0.39	0.46	0.40	-	0.17
2015	8	0.07	0.38	-0.06	-	0.03
2016	15	0.75*	0.63*	-	0.16	0.73*
2017	15	0.86*	0.85*	-	0.86*	0.64*
全体	46	0.69*	0.63*	0.61*	0.58*	0.31*

2014~2017年産の調査結果
 葉色は葉緑素計(ミノルタSPAD502PLUS), 子実タンパク含有率は近赤外分析(Infratec1241)で測定
 *は5%水準で有意. -は調査を行っていない.

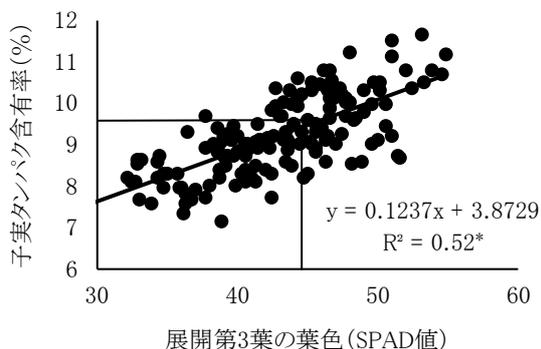


図9 茎立期展開第3葉の葉色と子実タンパク含有率

2014~2017年産の所内試験成績
 葉色は葉緑素計SPAD502Plusを用いて測定
 子実タンパク含有率は近赤外分析(Infratec1241)で測定
 *は5%水準で有意

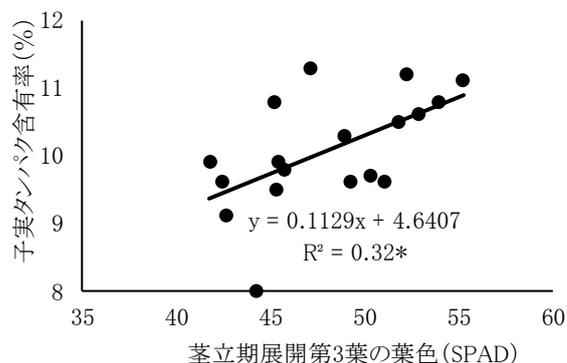


図10 茎立期の展開第3葉の葉色と子実タンパク含有率

葉色は葉緑素計(SPAD502Plus)で測定
 子実タンパク含有率は近赤外分析(Infratec1241)で測定
 *は5%水準で有意
 2014~2016年播の現地試験成績

石井ら：二条大麦「彩の星」の最適苗立数および追肥法

表3 耕種概要および生育

ほ場		播種量	基肥量	追肥時期	追肥量	苗立数	茎立期	茎立期展開 第3葉の葉色	出穂期
		(kg/10a)	(kg/10a)		(kg/10a)	(本/m ²)		(SPAD)	
本庄1	11月10日	7	7	1月25日	2	137	2月28日	45.4	4月4日
本庄2	11月14日	7	7	1月25日	2	141	3月2日	50.3	4月5日
本庄3	11月18日	7	7	1月25日	2	134	3月7日	45.7	4月6日
行田1	11月17日	7.8	8.4	2月18日	3	185	3月13日	41.8	4月10日
行田2	11月17日	7.8	8.4	2月18日	3	183	3月13日	45.2	4月6日
行田3	11月18日	7.8	8.4	2月18日	3	191	3月13日	49.3	4月10日
行田4	11月17日	4	8.4	2月18日	3	100	3月13日	49	4月6日

施肥量は窒素成分量
葉色は葉緑素計 (SPAD502Plus) で測定
2017年産の試験成績

表4 生育, 収量および品質

ほ場	成熟期(cm, 本/m ²)			整粒重 (kg/10a)	有効 穂数 (本/m ²)	1穂 粒数 (粒)	m ² 当 粒数 (千粒)	千粒 重 (g)	整粒 歩合 (%)	容積 重 (g/L)	タンパク 含有率 (%)
	稈長	穂長	穂数								
本庄1	84.0	5.8	1,176	487	1,014	17.6	17.8	47.1	71.8	699	9.9
本庄2	84.0	5.9	719	440	646	19.9	12.9	48.3	83.1	700	9.7
本庄3	76.0	6.2	731	418	692	18.2	12.6	47.9	81.2	683	9.8
行田1	89.0	6.7	1,005	521	973	22.0	21.4	46.8	74.0	697	9.9
行田2	82.0	6.5	1,190	645	1,048	19.6	20.5	47.5	81.8	697	10.8
行田3	90.0	7.0	840	567	785	21.6	17.0	47.6	79.1	690	9.6
行田4	91.0	6.9	772	656	723	23.3	16.8	48.5	83.6	703	10.3

整粒重は2.5mm篩上の粒重. 子実タンパク含有率は近赤外分析(infratec1241)で測定した.
2017年産の試験成績

引用文献

- 千田 洋・神崎正明・滝澤浩幸 (2008) : 宮城県における小麦「ゆきちから」の収量・タンパク質含有率を高める窒素追肥法. 東北農業研究 61, 39-40
- 廣田実央・津川香織 (2012) : 小麦「ゆきちから」の止葉展開期追肥による子実タンパク含有率の向上. 北陸作物学会報 47, 91-93
- 糸川晃伸・谷口義則・山口昌宏・渡邊修孝・山口恵美子・積和孝博・加藤常夫 (2004) : ビール大麦への追肥が収量と麦芽品質に及ぼす影響. 栃木農試研報 53, 27-34
- 埼玉県 (2014) : 麦類栽培基準
- 佐藤一弘・相崎万裕美・山口幹周 (1995) : 埼玉県産小麦の品質実態と子実粗蛋白含有率向上の施肥法. 埼玉農試研報 48, 30-39