６）秋まき小麦「きたほなみ」を倒さず高品質に作る栽培法

研究成果名：道東地域における秋まき小麦「きたほなみ」の高品質安定栽培法
：道北地域における秋まき小麦「きたほなみ」の高品質安定栽培法
：道央地域における秋まき小麦「きたほなみ」の高品質安定栽培法
：小麦の子実灰分の実態とその変動要因（補遺）

道総研 北見農業試験場 研究部 生産環境Ｇ、技術体系化チーム
道総研 十勝農業試験場 研究部 生産環境Ｇ、地域技術Ｇ、技術体系化チーム
道総研 上川農業試験場 研究部 生産環境Ｇ、地域技術Ｇ、技術体系化チーム
道総研 中央農業試験場 生産研究部 水田農業Ｇ、農業環境部 栽培環境Ｇ
道総研 農業研究本部 企画調整部 地域技術Ｇ

１）試験のねらい

めん用秋まき小麦「きたほなみ」は、従来の「ホクシン」と比較して製粉性、めん色が優れ、多収であるほか、耐穂発芽性などに優れ、道内での栽培面積は急速に広がりつつある。生育特性としては「ホクシン」より起生期以降の生育が旺盛となりやすく、子実のタンパク含有率（以下、タンパク）が低いため、より多くの窒素追肥を必要とする。そのため、過繁茂を避け、倒伏を回避することが栽培上の重要な課題となっている。

そこで、道内の各地域において、倒伏を回避しつつ適正タンパクに制御するための播種量・窒素施肥法を確立することをねらいとして試験を実施した。また「きたほなみ」の子実灰分の実態と変動要因についても併せて検討した。

２）試験の方法

北見農試・十勝農試・上川農試・中央農試の他、オホーツク・十勝・上川・石狩・空知・後志・胆振・日高の各振興局管内の多数の現地圃場において、平成 19～21 年（播種年）に播種期・播種量・窒素施肥法に関する調査や試験を実施し、本検討に供試した。

３）試験の結果

（１）最適な播種量の設定

道東および道北地域では、越冬前の主茎葉数、１株茎数および積算気温の関係と、目標越冬前茎数とから、各地域の最適播種量を設定した（図１）。

道東地域においては、倒伏を招かないための越冬前茎数を 900 本/㎡以下とし、出芽率を 90%とし、1 株茎数を積算気温と主茎葉数からモデル式によって求め、適播種量を 140 粒/㎡に設定した。

道北地域においては、過繁茂を回避するための目標越冬前茎数を 1000 本/㎡とし、道東地域の場合と同様のモデル式により、適播種量を 100～140 粒/㎡に設定した。

道央地域については、倒伏を回避しつつ適正な生育・収量（700kg/10a 以上）を確保できる起生期茎数の範囲は 800～1300 本/㎡と見込まれたことと、越冬前積算気温と起生期茎数には播種量ごとに関係が認められたことから、適播種量を起生期茎数から逆算し、100～140 粒/㎡に設定した。

（２）各地域における窒素施肥法

a）道東地域における窒素施肥法

【基肥窒素量】

窒素供給量が比較的多いと予想される圃場では、基肥窒素 0kg/10a では越冬前の生育が確保できないリスク、基肥窒素 4kg/10a では生育が過大になるリスクがあることから、基肥窒素 2kg/10a が妥当であり、条件を表１のように整理した。また基肥窒素を 2kg/10a に減らすと、窒素の損失を抑制できる。

【起生期以降の窒素追肥法】

播種量 200～300 粒/㎡の条件（起生期茎数：678～2176 本/㎡）では、起生期よりも幼穂形成期に窒素追肥の重点をおくことで、茎数・穂数を抑え、収穫指数や一穂粒数、タンパクが向上し、増収が期待できる。また起生期茎数が 1000 本/㎡を超えると無効分げつが増加することから、このような場合には起生期の追肥を控える等の茎数を抑える

対応が必要である。

止葉期の上位茎数(最上位完全展開葉の葉耳高が 10㎝ 以上の茎数)は穂数と密接に関係し、上位茎数 900 本/㎡以下が倒伏回避の目安である。また止葉期の上位茎数と葉色値(SPAD、止葉直下葉(第２葉))の積から、止葉期の窒素吸収量が推定可能である。さらに、止葉期の窒素吸収量から成熟期の窒素吸収量が推定可能であり（図２)、適タンパク値の範囲内では、子実収量と成熟期の窒素吸収量は密接に関係することから、目標収量に応じた成熟期の目標窒素吸収量が設定できる。

施肥窒素利用率は幼穂形成期追肥・止葉期追肥・開花期追肥でそれぞれ 56～58%、60～70%、72%であった。また開花期追肥は穂数を増加させず、倒伏を助長しない追肥法である。

以上の結果に基づき、道東地域における、起生期の生育診断と窒素追肥法、および止葉期の生育診断と窒素追肥法を表２のように整理した。

b)道北地域における窒素施肥法

道北地域における起生期の土壌中の無機態窒素量は低く、低地力圃場が多く分布していた。このため生育後期の窒素量が不足し、7 月上旬には葉色値が極端に低下することが認められた。このことが、低収・低蛋白や低製品歩留まりの要因と考えられた。したがって、適切な追肥や土壌物理性の改善により葉色の維持を図ることが重要である。

目標の子実重 600 kg/10ａ、蛋白含有率 9.7～11.3%を達成できる成熟期窒素吸収量は 13 kg/10ａであった。また、成熟期窒素吸収量が 17 kg/10ａ以上で倒伏の危険が高まった 。

年次・場所別に幼穂形成期追肥が子実重、蛋白含有率、成熟期窒素吸収量に及ぼす影響を検討した結果、いずれの場所と年次においても幼穂形成期に 4 kg/10ａ追肥することで増収し、蛋白含有率と成熟期窒素吸収量も増加した。なお、幼穂形成期追肥を行なっても施肥窒素利用効率は低下しなかった。すなわち、道北地域においては幼穂形成期の 4 kg/10ａ追肥は子実重と蛋白含有率確保に有効であった。

以上のことから、道北地域における「きたほなみ」の窒素追肥体系は起生期－幼形期－止葉期で6－4－4（kg/10a）を標準とする。ただし、「ホクシン」の栽培実績において蛋白含有率9.7%未満となることが多かった圃場では6－4－6とした（表３)。

c)道央地域における窒素施肥法

起生期茎数が 800 本/㎡未満の場合には幼形期に最大 4kg/10a 程度の増肥が有効であった。茎数 1300 本/㎡以上における倒伏は起生期の 4kg/10a 程度の減肥で改善されたが、その効果は限定的であった（表４)。すなわち道央地域においても、茎数が過剰にならないように播種期・播種量を調整することが重要である。

道央地域の台地土については、地力が低く倒伏がほとんど発生しないことを考慮すると、起生期茎数が 1300 本／㎡未満の場合には幼形期に追肥を行う 6-4-4 の窒素追肥体系が適当であった。

なお標準施肥体系に準じて止葉期追肥を行っている場合、過去の実績で低タンパクが懸念される圃場であっても、出穂期の葉色が50以上では開花期以後の尿素葉面散布は不要である（図３)。

（３）子実灰分の実態と変動要因

千粒重と灰分には負の相関があり、「きたほなみ」では千粒重 37g 未満で灰分が基準値を超えるリスクが高まった（図４)。

子実灰分は子実リン酸含有率との相関が最も高く、土壌の有効態リン酸が高いと植物体のリン酸吸収量は増加し、子実リン酸含有率も高まる。一方、リン酸、カリを短期的に無施肥としても灰分の低下は困難と考えられ（表５)、土壌診断に基づく適正施肥により中長期的に土壌中養分の適正化を図ることが必要である。

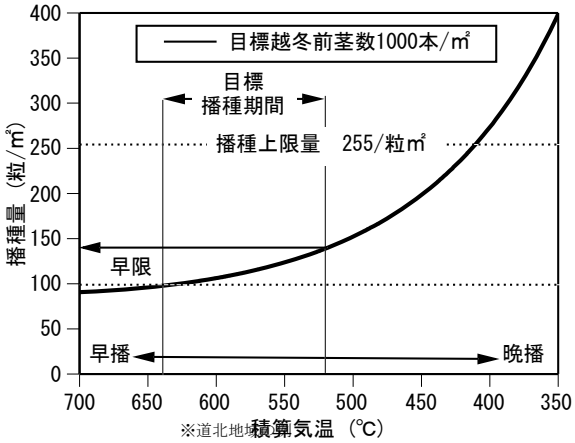


図1 目標越冬前茎数1000本/㎡の時の積算気温と播種粒数の関係
（モデル　発芽率90%）

表１　基肥窒素を 2kg/10a とする条件

１）圃場副産物のすき込みにより 2kg/10a 以上の窒素供給が見込まれる圃場（圃場副産物は C/N 比が低くすき込み直後から窒素供給を見込めるものに限る）。
２）前作への堆肥 4t/10a 以上施用により 2kg/10a 以上の窒素供給が見込まれる圃場(前年秋施用を含む)。
３）前作付けによる窒素の吸い残しが予想される圃場(表層 0-20cm の硝酸態窒素量 2kg/10a 以上)。

注 1)圃場副産物からの窒素供給量・供給時期は「北海道緑肥作物等栽培利用指針（平成 16 年農政部)」により確認する。
注 2)小麦連作圃場は対象としない。ただし、スラリー等の有機物を施用した場合は減肥対応を行う。

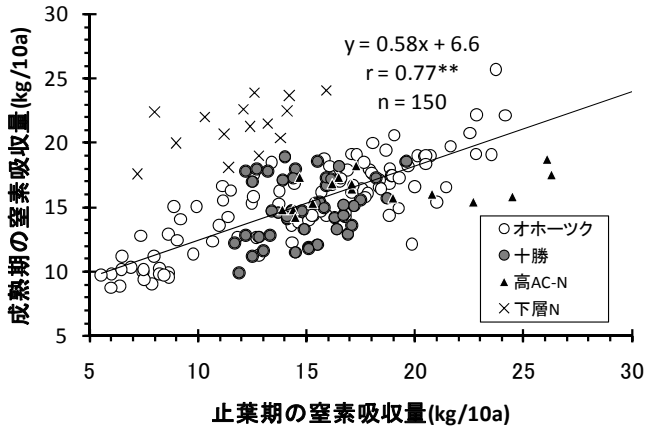


図 2　道東地域における止葉期の窒素吸収量と成熟期の窒素吸収量の関係

注 1)オホーツク管内の供試データ：2006～2009 年播種。北見農試、北見市、遠軽町、佐呂間町、滝上町、大空町、網走市、清里町、湧別町。注 2)十勝管内の供試データ：2006～2009 年播種。士幌町、鹿追町、大樹町、池田町、清水町。注 3)倒伏した場合を除く。注 4)止葉期の窒素吸収量には、オホーツク：(止葉期以降の窒素追肥量、kg/10a)×0.7、十勝：(止葉期以降の窒素追肥量、kg/10a)×0.6、を加算して補正した。

表２　道東地域における「きたほなみ」に対する起生期および止葉期における生育診断と窒素追肥法

起生期における生育診断と窒素追肥法
1)起生期の土壌硝酸態窒素診断で窒素施肥量 A(kg/10a)を求める(北海道施肥ガイド 2010)。
2)起生期の茎数を求める。1000 本/㎡以上の場合は 3)-1、1000 本/㎡未満の場合は 3)-2、のように対応する。
3)-1：起生期は原則として無追肥とし、幼穂形成期に A(kg/10a)の全量を追肥する。なお、低窒素地力が予想される場合は以下の 3)-2 と同様に対応する。
3)-2：起生期に追肥できる。
例:起生期に 2～4(kg/10a)追肥し、幼穂形成期に A-(2～4)kg/10a を追肥。

止葉期における生育診断と窒素追肥法
1)止葉期の窒素吸収量(kg/10a)　＝　0.0004×(止葉期の上位茎数、本/㎡)　×　(葉色値、SPAD)　－　1.2　を求める。
2)成熟期の窒素吸収量(kg/10a)　＝　0.58×(止葉期の窒素吸収量、kg/10a)　＋　6.6　を求める。
3)成熟期の目標窒素吸収量(kg/10a)　＝　0.017×(目標収量(粗原)、kg/10a)　＋　5.1　を求める。
4)止葉期以降の窒素追肥量(kg/10a)　＝｛(成熟期の目標窒素吸収量、kg/10a)－(成熟期の窒素吸収量、kg/10a)｝/0.7　を求める。
注)止葉期の窒素追肥量は 4kg/10a、開花期の窒素追肥量は 3kg/10a、を基本とし、合計窒素追肥量は 7kg/10a を上限とする。開花期追肥の方が倒伏を招きにくい。上位茎数が 900 本/㎡を超える場合には特に倒伏に留意する。また下層土等からの後期窒素供給が予想される土壌条件では止葉期以降の窒素追肥は行わない。

表3　道北地域における起生期以降の窒素追肥体系

圃場の蛋白実績	起生期－幼形期－止葉期（各kg/10a）	
	本成績	H20普及推進**
通常	6－4－4	6－0－4
低蛋白圃場*	6－4－6	6－4－4

*低蛋白圃場はこれまでの「ホクシン」栽培において蛋白含有率が基準値9.7%を下回る実績が多い圃場。

**めん用秋まき小麦「きたほなみ」の高品質安定栽培法

表４　道央地域における起生期茎数に対応した施肥体系の効果

起生期茎数 本/㎡	N施肥(kg/10a) 基肥	起生期	幼形期	止葉期	区数	処理区平均値 穂数 本/㎡	収量 kg/10a	収穫時倒伏程度 (0−5)	千粒重 g	容積重 g	タンパク濃度 %	総窒素吸収量 kg/10a
800未満	4	6	0	4	9	547	677	0.2	43.2	835	10.2	14.2
	4	6	4	4	9	615	748	0.2	42.4	833	10.9	16.2
800～1300	4	6	0	4	6	669	759	0.1	41.7	835	10.1	15.6
1300以上	4	2	0	4	9	742	715	0.8	41.1	831	10.3	14.8
	4	6	0	4	10	803	762	1.3	40.7	828	10.7	16.4

注）農試場内（岩見沢：低地土・泥炭土、長沼：客土低地土）における播種時期別、窒素追肥用量試験の結果（H20～22年収穫）

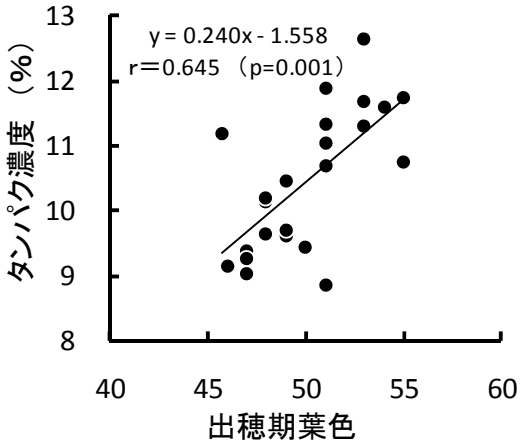
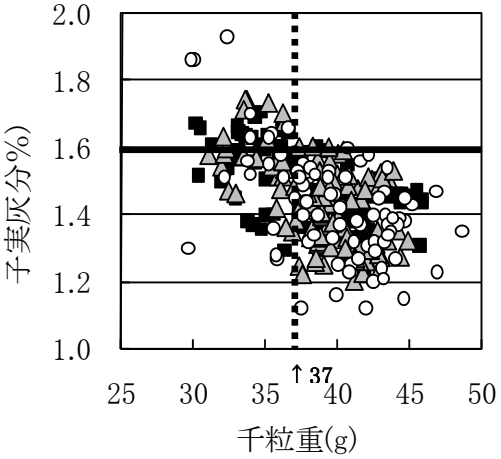


図3　出穂期の葉色と子実タンパク濃度との関係
（道央地域）（窒素施肥：4-6-0-4-0　kg/10a)



■十勝(3ヵ年)　△北見(3ヵ年)　○道央(3ヵ年)

図4　子実灰分と千粒重の関係(「きたほなみ」)
注1) 灰分の基準値(日本めん用)は 1.60%以下
注2) 十勝、道央は 2008～2010 年産の 3 ヵ年
北見は 2006, 2008, 2010 年産の 3 ヵ年

表５　圃場・施肥処理間の子実灰分の比較（%）

		2008年産	2009年産	2010年産
試験圃場間	試験圃場A	1.72 A	1.72 A	1.73 b
	試験圃場B	1.62 B	1.61 C	1.69 c
	十勝農試	1.45 C	1.67 B	1.79 a
施肥処理間	P0K0	1.58	1.66 b	1.74
	対照	1.61	1.67 ab	1.74
	P倍量K0	1.61	1.70 a	1.74
	P0K倍量	1.59	1.64 b	1.73

1)同一カラム内の異文字は有意差（LSD 法，大文字 P＜0.0 1，小文字 P＜0.05）あり。
2) 有効態リン酸(3 ヵ年平均)：試験圃場 A 48mg/100g、試験圃場 B 34mg/100g、十勝農試 18mg/100g
3)対照のリン酸およびカリ施肥は施肥標準量