平成２３年度　成績概要書

研究課題コード：　7101-727112　（受託研究(民間)）

１．研究成果

１）研究成果名：子実用とうもろこしの機械収穫乾燥体系
（予算化題名：飼料用とうもろこしの実穫り栽培における機械化収穫体系の確立）
２）キーワード：　普通コンバイン、コーンヘッダ、米麦用循環型乾燥機、所要熱量、負担面積
３）成果の要約：コーンヘッダを装着した普通コンバインを用いて子実水分約 30%から収穫可能である。作業能率は 1.3ha/h､燃料消費量は 28.6L/h であった｡80 石の遠赤外線乾燥機による乾減率は 0.6%/h であった。道央部の転換畑地帯における作業シミュレーションに基づく収穫機の負担面積は最大 108ha である。

２．研究機関名

１）担当機関・部・グループ・担当者名：　中央農試・生産研究部・生産システムＧ・稲野一郎
２）共同研究機関（協力機関）：

３．研究期間：平成 21～22 年度　（2009～2010 年度）

４．研究概要

１）研究の背景

子実用とうもろこしが水田転換畑における麦、大豆に続く第 3 の輪作作物として期待されている。しかし、高効率な収穫･乾燥体系が確立されていないため、導入の妨げとなっている。

２）研究の目的

コーンヘッダを装着した普通コンバインによる収穫と現行の米麦用循環式乾燥機によって高効率な収穫･乾燥体系を確立する。

５．研究方法

１）とうもろこし子実収穫時の普通コンバインの作業性

・ねらい：収穫可能な子実水分の範囲を検討する。
・試験項目等：作業速度、作業時間、処理量、燃料消費量、作業能率等
供試機「LEXION540C」刈り取り部「LINER6-75FC」
供試品種：飼料用とうもろこし　平成 21 年早生中「39M48」、早生中「39H32」
平成 22 年早生中「39H32」

２）収穫子実の効率的な機械乾燥法

・ねらい：米麦用循環式遠赤外線乾燥機の設定条件と乾燥効率を明らかにする。
・試験項目等：子実水分、容積重、外気および吸排気温度、乾減率、穀温、燃料消費量等
供試機「NCD80DF」（80 石用、14.3m^3）、携帯型水分計「MGMT-１」を乾燥仕上りの水分モニタとして用いた。

６．研究の成果

１）2 か年の子実乾物収量は 720～953kg/10a、収穫時の子実水分は 22.6～30.2%であった。
２）コーンヘッダを装着した普通コンバインを用いて作業速度 5km/h、扱ぎ胴回転数 360～370rpm、コンケーブ間隙 26mm（標準）～32mm の条件では、損失量 1%以下でとうもろこし子実を収穫することができた（表 1）。収穫物をダンプトラックにバラ積みし、運搬したときの待機時間を除いた作業能率は 1.3ha/h、トラックに載せたスチールコンテナに収納したときは 1.2ha/h であった(表 2)。このときの燃料消費量は 25.2～28.6L/h であった。標準的な作業体系はバラ積み運搬とし、この体系での作業能率は 1.3ha/h、燃料消費量は 28.6L/h となる。深さ 15cm の土壌硬度（コーン指数）が 0.4MPa 以下の地点では普通型コンバインの走行に支障を来すことがあった。
３）現有の米麦用循環式乾燥機の構造を変更することなく、乾燥が可能であった。10 月下旬から 11 月上旬に乾燥機容積充填率 36～42%、子実水分 29.8～29.0%の原料を乾燥したとき、平均送風温度は 30℃、乾減率は 1.0～1.1%/h であった（表 3）。この時の平均穀温は 25～26℃、最高穀温は 31℃であった。また、容積充填率 95～97%、子実水分 22.6～25.1%の原料を 15%以下に乾燥したときの乾燥時間は 15～18 時間、乾減率は 0.6%/h であった。この時の平均穀温は 27～32℃、最高穀温は 36℃であった。水 1kg を除去するための消費エネルギーは乾燥機容積充填率 42%で 6.54MJ/kg、95%で 5.52MJ/kg であった。
４）収穫作業工程の燃料消費量は 41～42（L/h）で子実水分の影響は明らかではなかった（表 4）。面積当たりの燃料消費量は 22.6～23.5L/ha で差は小さかった。収穫所要熱量は 0.86～0.89GJ/ha であった。収穫子実水分 25.1%の乾燥所要熱量は推定値である。乾燥工程の所要熱量は 5.23～6.65GJ/ha で、乾燥に 85～89%を費やしており、収穫乾燥の合計は 6.12～7.51GJ/ha であった。
５）道央部の転換畑地帯の実態に合わせ、作業シミュレーションを行った。80 石の遠赤外線乾燥機を 3 台使用することで、1 回の収穫・乾燥に 2 日間、2.7ha 分を処理できる。米の仕上げ乾燥に乾燥機を使用しているため、10 月 16 日を収穫の早限とし、最低気温が 0℃以下になる直前の 11 月 9 日を収穫の晩限と仮定した。この間の収穫可能日数は月別作業可能日数率（札幌）から算出し 15 日間とした。この間、7 回の収穫乾燥を処理でき、負担面積は 19ha となる。収穫機をフル稼働させた条件では 1 日 7.2ha 収穫でき、15 日間稼働させることで 108ha 収穫が可能となるが、80 石の乾燥機が 12 台必要となる。

＜具体的データ＞

表１　収穫精度

試験No.			1	2	3	4	5	6	7	8	9
試験条件	子実水分	(%)	30.2	30.2	30.2	30.2	29.3	25.1	25.1	25.1	25.1
	作業速度	(km/h)	4.8	5.2	5.1	5.2	5.1	5.3	5.4	5.3	5.4
	扱ぎ胴回転数	(rpm)	370	370	370	370	370	360	360	360	360
	コンケーブ間隙	(mm)	32	30	28	26	26	32	30	28	26
	ファン回転数	(rpm)	1300	1300	1300	1300	1300	1350	1350	1350	1350
	平均刈り高さ	(cm)	15	14	18	15	18	9	12	8	13
流量	穀粒	(t/h)	27.6	32.8	26.6	26.6	26.7	26.0	19.1	25.3	29.0
	総流量	(t/h)	34.8	43.3	34.7	40.1	38.1	36.4	33.0	25.5	33.0
穀粒損失内訳(%)	刈取口	①	0.0	0.0	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6	0.0
	脱穀選別部	②	0.6	0.6	0.3	0.3	0.3	0.6	1.1	0.2	0.5
	総損失	①+②	0.6	0.6	0.9	0.3	0.3	0.6	1.1	0.8	0.5

*試験No.1～5は平成21年の試験、No.6～9は平成22年の試験結果

表２　収穫作業能率

収穫物運搬法	面積	作業幅	作業速度	全作業時間	作業の内訳(%)					作業能率	燃料消費量
	(ha)	(m)	(km/h)	(h)	収穫	旋回	排出	移動	待機	(ha/h)	(L/h)
トラック	1.43	4.5	5.4	1.13	51	13	20	11	5	1.26	28.6
バラ積み					54	14	20	12		1.32	
スチール	1.13	4.5	5.8	1.02	41	8	27	16	8	1.11	25.2
コンテナ					44	8	30	18		1.20	

*各収穫物運搬法の下段は待機時間を除いた値

表３　乾燥試験

容積充填率	水分 始→終	正味乾燥時間	外気温度	外気湿度	送風温度	穀温	投入量	排出量	平均乾減率	風量比	容積重
(%)	(%)	(h)	(℃)	(%)	(℃)	(℃)	(kg)	(kg)	(%/h)	(m^3/s・t)	(g/L)
36	29.8→16.0	12.0	8.0	51	29.7	24.8	3590	3000	1.2	1.2	690→755
42	29.0→14.5	14.3	4.9	70	30.4	26.3	4090	3390	1.0	0.8	677→743
97	25.1→14.5	18.0	7.6	74	34.7	27.4	9700	8480	0.6	0.3	705→768
95	22.6→14.3	14.9	10.5	68	38.5	32.1	9660	8715	0.6	0.3	711→768

表４　所要熱量

収穫子実水分	各作業の燃料消費量(L/h)					燃料消費量	収穫所要熱量	乾燥所要熱量	総所要熱量	
(%)	収穫	旋回	排出	移動	待機	(L/ha)	(GJ/ha)	(GJ/ha)	(GJ/ha)	(GJ/DMｔ)
25.1	42.2	27.2	5.8	17.9	5.9	22.6	0.86	6.65*	7.51*	1.04*
22.6	41.0	31.8	5.8	30.0	4.6	23.5	0.89	5.23	6.12	0.71

*推定値

７．成果の活用策

１）成果の活用面と留意点

（１）子実用とうもろこしの収穫乾燥計画の基礎数字として活用する。
（２）作業シミュレーションは循環式乾燥機を戸別に有する道央部の水田転換畑地帯を対象とした。
（３）コーンヘッダの適応コンバインはヘッダ動力用油圧カプラが装備している機種に限られる。
（４）乾燥機付属の水分計は使用できないので、別途水分計を用意する。

２）残された問題とその対応

経済的な導入条件は戦略研究「地球温暖化と農業生産構造の変化に対応できる北海道農林業の構築」で検討中である。