平成 28 年度　成績概要書

課題コード（研究区分）：3101－214152（経常研究）

１．研究課題名と成果の要点

１）研究成果名：飼料用とうもろこしの利用方法別安定栽培マップと新しい早晩性指標の開発
（研究課題名：多様な地域・用途に対応した飼料用とうもろこし安定栽培マップの作成）

２）キーワード：飼料用とうもろこし、安定栽培マップ、生育モデル、RM（相対熟度）

３）成果の要約：代表的な早晩性区分の 4 品種について生育・登熟と気象から生育モデルを作成し、任意の地域における安定栽培の可能性をパソコンで閲覧できるシステムを開発した。さらに、従来は種苗会社毎の判断で表示されていた品種の早晩性を統一的に比較できる指標を開発した。これらは品種選択・安定栽培のための指針として活用される。

２．研究機関名

１）担当機関・部・グループ名：畜試・基盤研究部・飼料環境 G・出口 健三郎、根釧農試・研究部・飼料環境 G、中央農試・農業環境部・環境保全 G、上川農試・研究部・地域技術 G、北見農試・研究部・作物育種 G

２）共同研究機関（協力機関）：（北農研センター、家畜改良センター、上川農試天北支場、種苗会社各社）

３．研究期間：平成 25～27 年度　（2013～2015 年度）

４．研究概要

１）研究の背景

飼料自給率向上のために飼料用とうもろこしの安定的な作付け拡大が必要とされており、その利用方法についても従来のホールクロップだけでなく、イアコーンおよび子実利用が普及してきている。一方で、早晩性の評価基準が種苗会社間で異なり、地域に適した品種選択の妨げとなっている。

２）研究の目的

飼料用とうもろこしの安定的増産に資するため、とうもろこしの生育・登熟と気象から汎用性の高い生育モデルを作成し、利用方法別に収穫適期に達する暦日および適期収穫可能確率をパソコンで 1km 四方単位で閲覧できるシステム（以下、安定栽培マップ）を開発する。さらに、新たに品種の早晩性指標を開発する。

５．研究内容

１）とうもろこし生育モデルの作成

・ねらい：多様な利用方法を想定し、絹糸抽出期、雌穂乾物率、総体乾物率および子実乾物率を予測する生育モデルを作成する。

・調査項目等：早晩性の異なる代表 4 品種「クウィス」（早生の早）、「チベリウス」（早生の中）、「KD418」（早生の晩）、「36B08」（中生の晩）についての栽培・気象データの取得・収集・整理
モデル作成方法；ノンパラメトリック DVR 法、1 次および２次回帰式など

２）安定栽培マップの作成

・ねらい：１）で作成した生育モデルを使って各利用方法に応じた安定栽培マップを作成する。

・調査項目等：想定利用法と目標乾物率；ホールクロップ（9 月 30 日収穫で総体乾物率 30%）、イアコーン（10 月 15 日収穫で雌穂乾物率 55%）および子実利用（10 月 30 日収穫で子実乾物率 70%）
利用気象データ；過去 20 年（1996 年～2015 年）のメッシュ農業気象データ（（独）農研機構・中央農研センター）、播種日設定；5 月 10 日,5 月 20 日,6 月 1 日

３）生育モデルを使った早晩性指標の開発

・ねらい：１）で作成した生育モデルを使って品種ごとに目標とする生育ステージに到達する日を気温平年値において推定し、基準品種（「チベリウス」）との比較により種苗会社の異なる品種間の早晩性を統一的に比較可能な新たな指標（北海道統一 RM）を作成する。

・調査項目等：各種苗会社のカタログに掲載されている RM（カタログ RM）、気温平年値；北農研センター（チベリウスより遅い品種）および北見農試（チベリウスと同じ、もしくは早い品種）

６．成果概要

１）-(1)絹糸抽出期では、代表 4 品種それぞれについて播種 5 日目以降の日平均気温を説明変数とするノンパラメトリック DVR 法により従来の式（根釧式;「クウィス」で R^2=0.92、以下決定係数は「クウィス」について示す）より精度の高い（R^2=0.95）予測式を作成した(表 1)。

１）-(2)雌穂乾物率では、絹糸抽出期以降の積算気温（有効気温 5℃以上）を log 変換して説明変数とした 1 次回帰式により、根釧式（R^2=0.90）より高精度（R^2=0.97）で予測することができた(表 1)。

１）-(3)総体乾物率および子実乾物率では、雌穂乾物率を説明変数とし、実用的精度を有する 2 次回帰による予測式（換算式）を新たに作成した(表 1)。

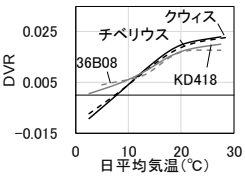
２）ホールクロップ、イアコーンおよび子実利用ごとに、収穫日までに目標乾物率へ到達する確率を示した「確率マップ」と、安定的（確率 80%以上）に目標乾物率に到達する暦日を示した「暦日マップ」（図 1）の２パターンを作成した。これらを web ブラウザでインターネット上のマップと重ね合わせ 1km 四方単位で表示できる閲覧システムを作成した。

３）-(1)１）で作成した予測式を任意の品種に適用させる補正式を作成し、気象平年値での目標乾物率（総体 30%、雌穂 50%）到達日を予測した。これらの到達日を基準品種に対する差で示し、基準品種のカタログ RM に加算して、任意の品種の北海道統一 RM（RM 総体および RM 雌穂）とした(表 2、図 2)。

３）-(2)北海道統一 RM における品種間の数値の差は、ほぼ収穫適期までの日数の差であり、ホールクロップ利用では RM 総体、イアコーンおよび子実利用では RM 雌穂が地域の気象条件に適した品種を選択するための指標となる(表 2、図 2)。

＜具体的データ＞

表１　作成した生育モデル（予測式一覧）

代表品種	絹糸抽出期予測式① 1次元ノンパラメトリックDVR法[1)] DVI=Σ DVR(t) [2)] t:播種5日目以降の日平均気温	R^2	雌穂乾物率(DM_E)予測式② DM_E=a+b log($T_{5℃}$) [3)]			総体乾物率(DM_W)予測式③ DM_W=a+b DM_E+c DM_E^2				子実乾物率(DM_C)予測式④ DM_C=a+b DM_E+c DM_E^2		検証データでの予測精度R^2 [4)]		
			a	b	R^2	a	b	c	R^2	a,b,c	R^2	雌穂乾物率まで	総体乾物率まで	子実乾物率まで
クウィス		0.95 (n=17)	−189.79	37.40	0.97 (n=61)	33.019	−0.831	0.014	0.79	a=−35.091, b=2.550, c=−0.014	0.94	0.91 (n=61)	0.72 (n=61)	0.85 (n=23)
チベリウス		0.90 (n=49)	−158.99	31.94	0.93 (n=107)	38.159	−0.967	0.016	0.80			0.89 (n=107)	0.62 (n=107)	0.82 (n=29)
KD418		0.79 (n=24)	−208.30	39.48	0.92 (n=58)	31.281	−0.772	0.014	0.72			0.81 (n=58)	0.60 (n=58)	0.84 (n=25)
36B08		0.72 (n=17)	−151.94	30.83	0.86 (n=35)	59.197	−1.706	0.022	0.83			0.78 (n=35)	0.57 (n=35)	0.98 (n=5)

1）竹澤邦夫(2008): Rによるノンパラメトリックの DVR法プログラム. システム農学, Vol.24, No.4, pp.263−269.「Rによるノンパラメトリックの DVR法プログラム」((独)農業・食品産業技術総合研究機構 職務作成プログラム、登録年月日：平成20年5月19日、機構登録番号：機構ーA15）使用。　2)DVR: 生育速度。DVI=1になる日が絹糸抽出期

3)T5℃：積算気温(有効気温5℃以上)　4)各予測式を積み上げた精度。ただし③式と④式の作成には検証用データが含まれている。

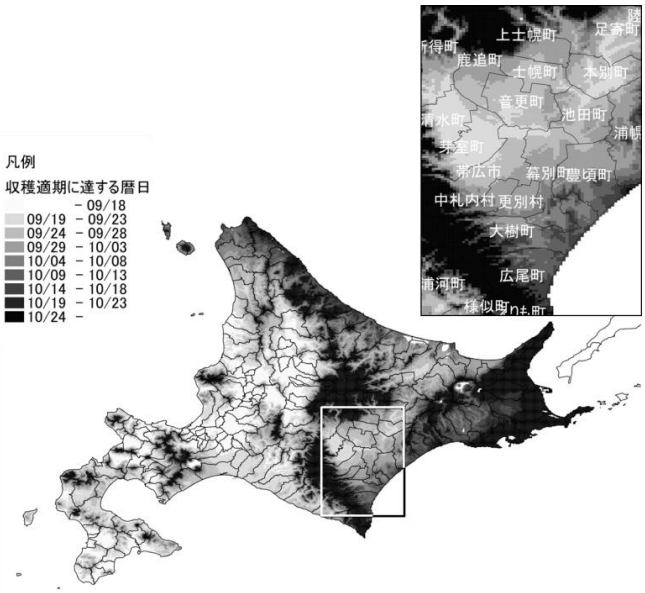


図１　ホールクロップ利用において早生の中（チベリウス，北海道統一 RM85）の品種が収穫適期（総体乾物率 30%）となる暦日マップ

設定条件：播種日;5 月 20 日、確率 80%

気象データはメッシュ農業気象データ（（独）農研機構・中央農研センター）を利用。

表２　主要な飼料用とうもろこし品種の北海道統一 RM

品種名	早晩性区分[1)]	n	現行 RM[2)]	北海道統一RM[3)] 総体		雌穂
39B29	早の早	30	75	69	(50)	69
KD254	早の早	15	75	70	(50)	74
デュカス	早の早＊	155	80	70	(50)	72
たちぴりか	早の早	98	75	72	(46)	80
クウィス	早の早	126	73	74	(54)	67
LG3215	早の早	41	75	74	(52)	72
ソリード	早の早	53	78	75	(50)	75
KD277	早の中	55	77	77	(49)	80
メルクリオ	早の中	18	85	79	(50)	80
ビビッド	早の中	51	80	80	(53)	75
P7631	早の中	53	82	80	(55)	72
エリオット	早の中	25	85	80	(52)	77
KD301	早の中	30	80	82	(52)	80
シンシア90	早の中	13	90	82	(53)	79
39H32	早の中	37	85	83	(55)	74
チベリウス	早の中＊	214	85	85	(51)	85
39T45	早の晩	42	90	85	(55)	78
おおぞら	中の中	69	95	85	(54)	80
KD320	早の中	19	82	86	(53)	83
NewD90	早の晩	9	90	86	(55)	79
きよら	中の早＊	50	90	86	(51)	85
TH058	中の中	15	90	87	(50)	88
DKC34-20	中の中	17	95	87	(53)	83
ピエナ	早の晩	11	85	88	(53)	85
KD418	早の晩＊	115	90	89	(52)	87
P8284	早の晩	6	90	89	(60)	75
ネオデントアシル90	中の早	9	90	96	(53)	90
36B08	中の晩＊	75	100	96	(53)	91
きみまる	晩の早	6	−	101	(53)	90
北交65号	晩の早	12	105	103	(53)	93
LG3520	晩の中＊	28	110	107	(56)	94

1)＊は品種比較試験での標準品種　2)各種苗会社のカタログに掲載されているRM

3)北海道統一RM総体：総体乾物率30%に到達する日の北海道統一RM。( )内はそのときの雌穂乾物率。ホールクロップ利用の指標。

北海道統一RM雌穂：雌穂乾物率50%に到達する日の北海道統一RM。イアコーンおよび子実

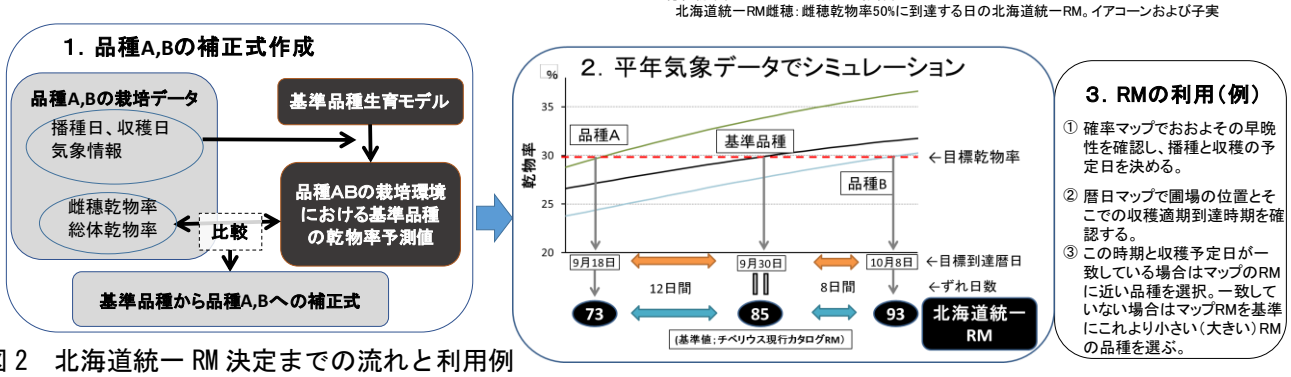


図２　北海道統一 RM 決定までの流れと利用例

７．成果の活用策

１）成果の活用面と留意点

・飼料用とうもろこしを無マルチ条件で利用方法別に品種選択する際の指針として活用する。

・安定栽培マップ閲覧システムは DVD 等により配布予定。

・北海道統一 RM はデータ蓄積により随時更新あるいは新規に作成し、次年度以降、北海道優良品種を販売している種苗会社のカタログに記載予定。

２）残された問題とその対応

８．研究成果の発表等　なし