

生産・給与技術のモデル実証に対する支援などについて引き続き予算要求を行っています。

## むすび

昨年10月、TPP協定交渉が大筋合意に達し、牛肉・豚肉、乳製品を含む重要5品目を中心に、関税撤廃の例外に加えて、関税割当やセーフガードの創設、関税削減期間の長期以下等を確保することができました。これらの措置により、当面、輸入の急増は見込み難いと考えておりますが、長期的には関税

引下げの影響も懸念されるところです。このため、国内の畜産については規模拡大等による生産コストの削減や品質向上など国産の優位性の確保等の体質強化に引き続き取り組んでいくことが必要です。

既述のとおり、飼料費の削減は生産コストの削減に不可欠です。本年も飼料増産、特に自給飼料の生産・利用の拡大に関係者が一丸となった取組を推進してまいりたいと考えておりますので、ご理解とご協力をよろしくお願いします。

牧草と園芸 第64巻第1号 (2016年)

道総研中央農業試験場 作物開発部農産品質グループ 富沢ゆい子

# 北海道における子実用とうもろこしの栽培法と輪作体系への導入効果

## 1. はじめに

とうもろこしを原料とする主な家畜飼料として、飼料用とうもろこしを青刈りして発酵させたサイレージと、飼料用とうもろこしを畑で完熟させて子実だけを取穫・乾燥した子実用とうもろこし(写真1)があげられます。サイレージ用は北海道で約50,000ha栽培されていますが、子実用とうもろこしは飼料用として年間約1,000万tが輸入されており、国内ではほとんど作られていませんでした。しかし近年、世界的な需要増加と価格の上昇傾向から、国内での生産に期待が高まっています。

北海道では平成20年に道央地域で試験栽培が始ま

り、平成27年には100ha超まで栽培面積が拡大しています。子実用とうもろこしの導入が進んだ主な理由としては、道央地域の水田転作畑の輪作体系では小麦と豆類の作付け比率が高く、連作障害が懸念されることから、新たな輪作作物として子実用とうもろこしに期待したことによります。

このような背景から、道総研では平成21年度からの5カ年で、北海道の気象に適した子実用とうもろこしの栽培法を開発し、栽培実績のある道央地域における輪作体系への子実用とうもろこしの導入効果を明らかにしたので、その結果を紹介します。

## 2. 子実用とうもろこしの栽培法

子実用とうもろこしの栽培にかかる主な作業は、施肥(基肥)、播種、除草剤散布(薬剤は飼料用とうもろこしに準ずる)、追肥、収穫、子実乾燥、残渣すき込みで、畑作物の中では省力的な作物と言えます。

子実用とうもろこし栽培で特徴的なのは、サイレージ用に比べて栽培期間が長く、収穫後に大量の残渣が出ることです。その栽培特性を考慮した品種の選定基準、栽植密度、総窒素施肥量の算出方法、収穫適期、残渣の処理方法を検討し、栽培法として表1にまとめました。なお、基肥は作条施用とし、収穫機が対応可能であれば畝間は66cm程度まで狭



写真1 子実用とうもろこし

くすることができます。品種は表1に示した早晩性であれば、サイレージ用のどの品種でも栽培可能ですが、品種選定にあたっては以下の注意が必要です。収量性や耐病性はサイレージ用の栽培試験成績が参考となりますが、耐倒伏性や子実水分の低下速度はサイレージ用の判定とやや異なる場合があります。また、赤かび病に由来する子実のDON（デオキシニバレノール）汚染も品種間差があることがわかっています。よって品種を選ぶ際には、事前に試験栽培を行うか、種苗会社や試験研究機関に問い合わせることをお勧めします。

栽植密度はサイレージ用に比べてやや多く設定していますが、品種と総窒素施用量を適切に選択すれば倒伏の危険性は低く、高収量が確保できます。

総窒素施用量は土壌中の窒素量に応じて算出することで、施肥の適正化および収量安定化が図られま

す。土壌窒素の測定項目としては熱水抽出性窒素という地力窒素の指標となる項目を用いており、北海道では畑地の土壌診断項目となっています。なお、窒素以外の施肥についてはサイレージ用の施肥基準を参考にしてください。

収穫はコンバインを使用しますが、刈り取り部に専用のコーンヘッドを使用すると収穫ロスが少なく効率的です（写真2、3）。コーンヘッドは高価ですが、地域内で一定以上の栽培面積を確保できれば負担費を軽くすることができます。また、収穫能率が多少低下しますが、小麦や大豆用のコンバインでも収穫可能です。コーンヘッドによる収穫および乾燥方法については別の研究成果がありますので、そちらもご参照下さい（「子実用とうもろこしの機械収穫乾燥体系」、URL：<http://www.hro.or.jp/list/agricultural/center/kenkyuseika/gaiyosho/24/>

	共通事項	道央地域	十勝中央部																																																							
品 種	品種の選定にあたっては、耐倒伏性および赤かび病等の病害抵抗性を考慮する。	早晩性は早生の早～中を推奨。 現状では早生の中「チベリウス」が有望。	早晩性は、5月10日までの播種では早生の早～中、5月20日までの播種では早生の早を推奨。 現状では早生の早「デュカス」、早生の中「チベリウス」が有望。																																																							
播種時期	飼料用とうもろこしに準ずる。 収量確保および収穫期の水分低下を促すため早期播種に努める。推奨は5月10日頃。晩限は5月20日頃。																																																									
栽植密度		9,500株/10a（例：畝間75cm×株間14cm）	9,000株/10a（例：畝間75cm×株間15cm）																																																							
総 窒 素 施 用 量	土壌の種類と、作土層の熱水抽出性窒素（mg/100g）に対応した総窒素施用量※を下表から算出する。 基肥量は10kg/10aを限度とし、残りを4～5葉期に追肥する。 ※総窒素施用量は堆肥等の有機物に由来する窒素を含む（有機物施用に伴う施肥対応は「北海道施肥ガイド2010」参照）。																																																									
		<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2"></th> <th colspan="10">作土層の熱水抽出性窒素（mg/100g）</th> </tr> <tr> <th colspan="2"></th> <th>1</th><th>2</th><th>3</th><th>4</th><th>5</th><th>6</th><th>7</th><th>8</th><th>9</th><th>10～</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2">総窒素施用量 (kg/10a)</td> <td>低地土、台地土</td> <td>(23)</td><td>(22)</td><td>21</td><td>20</td><td>19</td><td>18</td><td>17</td><td>16</td><td>15</td><td>※</td> </tr> <tr> <td>火山性土</td> <td>(29)</td><td>(26)</td><td>23</td><td>20</td><td>17</td><td>14</td><td colspan="4">14</td> </tr> </tbody> </table>												作土層の熱水抽出性窒素（mg/100g）												1	2	3	4	5	6	7	8	9	10～	総窒素施用量 (kg/10a)	低地土、台地土	(23)	(22)	21	20	19	18	17	16	15	※	火山性土	(29)	(26)	23	20	17	14	14			
		作土層の熱水抽出性窒素（mg/100g）																																																								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10～																																															
総窒素施用量 (kg/10a)	低地土、台地土	(23)	(22)	21	20	19	18	17	16	15	※																																															
	火山性土	(29)	(26)	23	20	17	14	14																																																		
	※24から「作土層の熱水抽出性窒素（mg/100g）」の値を引いた数字 （ ）は算出表の検討時に事例が無く、化学肥料のみで施用した場合に濃度障害等が懸念される。																																																									
収穫適期	子実水分30%以下を目安とする。 収穫が遅くなると子実のDON汚染リスクが高まる傾向があるので、収穫適期に達したら出来るだけ早く収穫する。	子実水分30%以下となる時期の目安は、播種からの積算気温が早生の早で2,420℃、早生の中で2,620℃に達したとき。	子実水分30%以下となる時期の目安は、播種からの積算気温が早生の早で2,400℃、早生の中で2,505℃に達したとき。																																																							
後作物栽培時の留意点	<b>【病害虫】</b> 子実用とうもろこしの後作に小麦を栽培する場合は、DON対策として、子実用とうもろこし残渣が土壌表面に残らないようにすき込むとともに、小麦に対する赤かび病の薬剤散布を適切に行う（平成25年指導参考事項）。 <b>【施肥】</b> 子実用とうもろこし残渣のすき込みに対する窒素施肥対応は不要。																																																									



写真2 コーンヘッド（CLAAS製コンスピード）装着コンバイン



写真3 コーンヘッドによる子実収穫

f2/40.pdf)。また、平成28年2月頃に収穫乾燥等についての新たな研究成果が出る予定です。

### 3. 土壌物理性に対する効果

子実用とうもろこしを栽培すると、とうもろこしの根はりの効果と、収穫後に10a当たり乾物で約1tの茎葉残渣が土にすき込まれることから、栽培後の土壌物理性は後作2作目まで改善する傾向が認められました(図)。具体的な項目で示すと、子実用とうもろこし導入により全孔隙率(土壌中の孔隙の割合)および飽和透水係数(水はけの良さ)が向上し、貫入抵抗値(土壌の硬さ)が低下し、耕盤層(作土層直下の硬い層)の出現深が深くなっていました。また、残渣すき込みが後作物の栽培時に窒素飢餓を引き起こすことが懸念されましたが、試験の結果から窒素飢餓の恐れは無く、後作物に対する窒素施肥対応は不要と判断されました(表1)。

### 4. 後作収量および病害虫に対する効果

子実用とうもろこし導入による後作物の収量への影響については、大豆では判然としなかったものの、春まきおよび秋まき小麦では導入後1、2作目で7~9%増収しました(表2)。この増収の理由は、先の図に示したように、主に土壌物理性が改善

したことによると考えられます。

また、子実用とうもろこし導入後の病害虫発生状況は、後作1作目の春小麦で赤かび病に由来するDON(デオキシニバレノール)汚染がやや高い傾向が認められました。なお、このDON汚染の対策については表1の後作物栽培時の留意点に記載した通りで、その根拠となる研究成果が別に示されています(「前作とうもろこしが小麦のデオキシニバレノール(DON)汚染におよぼす影響評価」、URL:<http://www.hro.or.jp/list/agricultural/center/kenkyuseika/gaiyosho/25/f2/25.pdf>)。

### 5. 子実用とうもろこし導入時の経済性評価

子実用とうもろこしの生産費は、地域全体の栽培面積を28haとした場合では60.4千円/10aで、費用の15%を専用収穫機であるコーンヘッダ利用料が占めています。また、この生産費をまかなうには、農業粗収益に交付金35千円(戸別所得保障制度交付金)を含めた場合で、子実収量977kg/10a(販売単価26円/kgの場合、子実水分14%換算)が必要となります。

次に、麦・豆主体の輪作体系に子実用とうもろこしを組み込んだ場合の収益性を試算しました(表3)。なお、麦・豆輪作における数値は、実際にこの輪作体系で栽培した事例の結果に基づいていま

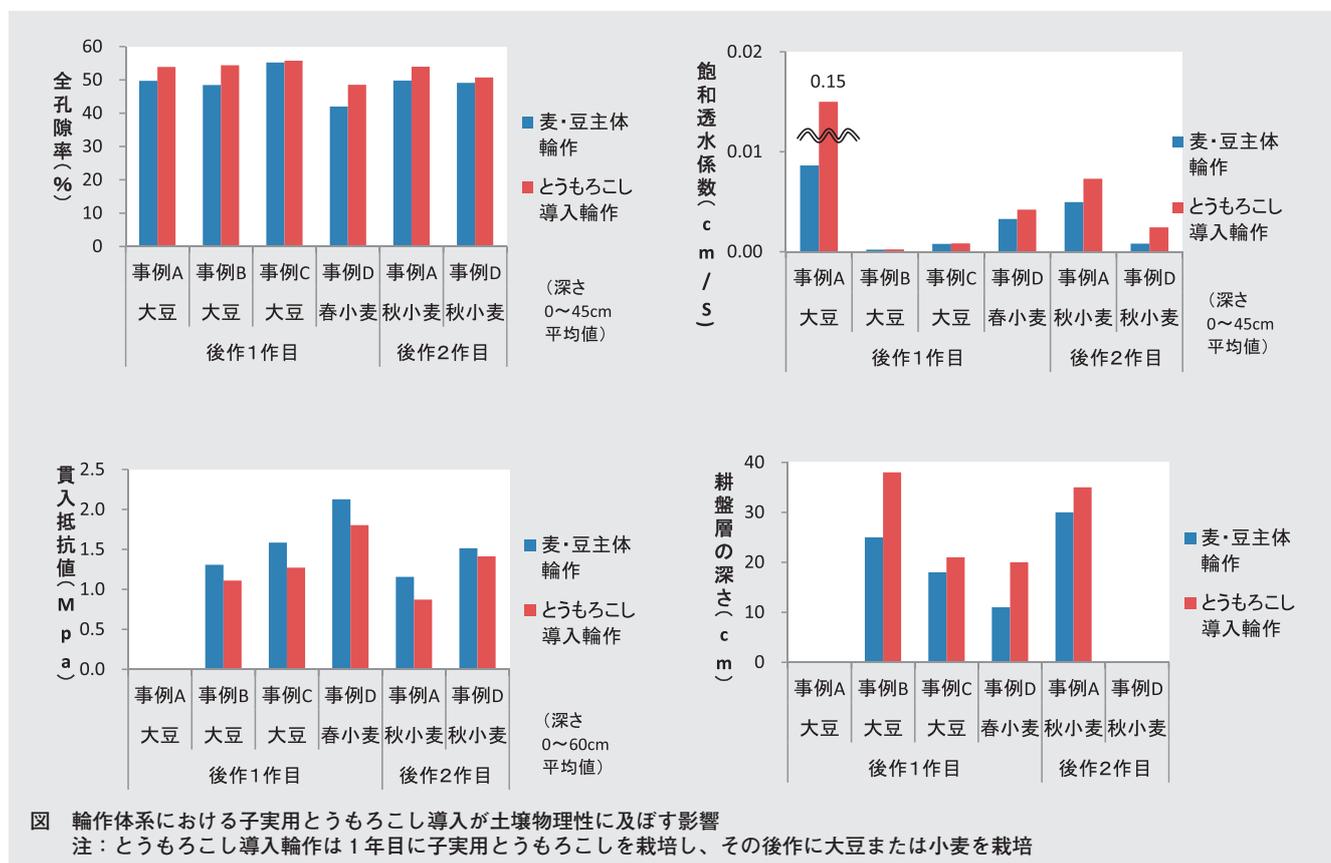


図 輪作体系における子実用とうもろこし導入が土壌物理性に及ぼす影響  
注：とうもろこし導入輪作は1年目に子実用とうもろこしを栽培し、その後作に大豆または小麦を栽培

表2 道央地域の輪作体系における子実用とうもろこし導入が後作物の収量に及ぼす影響

事例	圃場	前作		導入後1作目			導入後2作目		
		作物	収量 <sup>1)</sup> (kg/10a)	作物	収量 <sup>1)</sup> (kg/10a)	(比 <sup>2)</sup> )	作物	収量 <sup>1)</sup> (kg/10a)	(比 <sup>2)</sup> )
A	輪作慣行	秋小麦	292	大豆	298	(100)	秋小麦	512	(100)
	輪作コーン導入	コーン <sup>3)</sup>	832	大豆	305	(102)	秋小麦	560	(109)
B	輪作慣行	秋小麦	-	大豆	260	(100)	-	-	-
	輪作コーン導入	コーン <sup>3)</sup>	783	大豆	262	(101)	-	-	-
C	輪作慣行	秋小麦	-	大豆	296	(100)	-	-	-
	輪作コーン導入	コーン	-	大豆	286	(97)	-	-	-
D	輪作慣行	タマネギ	-	春小麦	363	(100)	秋小麦	410	(100)
	輪作コーン導入	コーン	-	春小麦	387	(107)	秋小麦	439	(107)
A	参考区(麦連作)	秋小麦	292	秋小麦	321		秋小麦	257	(50)

1) 小麦は2.2mmふるい上・水分13.5%換算子実重、大豆は水分15%換算子実重、コーン(子実用とうもろこし)は最大収量時の70℃乾燥時子実重。  
 2) 各事例における輪作慣行区を100としたときの比。  
 3) コーン(子実用とうもろこし)の収量は、中央農試が設置した試験区(品種「チペリウス」、窒素施肥量16kg/10a)の値。栽植密度は事例Aが7407株/10a、事例Bが9524株/10a。

表3 小麦・大豆輪作と子実用とうもろこし導入輪作の収益性の試算(道央地域)

(単位: kg/10a、円/10a)

	麦・豆輪作		とうもろこし導入輪作			
	秋小麦	大豆	秋小麦	とうもろこし 収量1,099kg/10a 面積40ha	大豆	秋小麦
収量	290	302	512	1,099	302	560
品代収入	12,833	25,625	22,656	28,574	25,625	24,780
交付金: 畑作物直接支払	28,758	57,783	50,773	0	57,783	55,533
粗収益	35,000	35,000	35,000	35,000	35,000	35,000
交付金: 水田活用	35,000	35,000	35,000	35,000	35,000	35,000
農業粗収益	76,591	118,407	108,429	63,574	118,407	115,313
粗収益計(①)		303,428			297,295	
物財費計(②)	49,190	62,645	48,432	42,695	62,645	49,299
物財費計(②)		160,266			154,639	
所得(①-②)		143,161			142,656	

す。また、子実用とうもろこし導入輪作における子実用とうもろこしの収量は、栽培法(表1)を実践した事例の結果から子実収量1,099kg/10a(子実水分14%換算)が得られると想定し、導入後2作目の小麦収量は、表2の結果に基づき9%増収するとしました。また、子実用とうもろこしの収穫についてはコーンヘッダの稼働面積を40ha確保できた場合としました。その結果、子実用とうもろこしを導入した輪作体系の農業所得は、3作合わせて14.3万円と試算され、小麦と大豆による輪作体系と同水準になると見込まれました。

## 6. おわりに

子実用とうもろこしは昭和30年代には北海道で約15,000ha栽培されていましたが、当時は品種特性から子実収量が低く不安定であったため次第に栽培面積が減少し、最近まで栽培されてきませんでした。

現在は品種改良により子実収量が飛躍的に向上し、栽植密度も9,000~9,500本/10aまで増やしても倒伏の危険性は低く、表1の栽培条件を整えれば子実収量(水分14%換算)で1t/10a以上が見込めるようになりました。

また、今回の調査から輪作体系における連作障害回避や土作りに対する有効性が明らかとなり、現行の輪作体系とほぼ同等の収益性が確保できることが示されました。さらに、小麦や豆類と比べて省力的な作物であることから生産現場に導入しやすい作物と言えます。

このように子実用とうもろこしには様々なメリットがあり、転換畑や畑作の新規作物として栽培が広がる事を期待します。また、生産物である国産とうもろこし子実の有効利用についても今後、検討していくことが望まれます。