平成２５年度　成績概要書

課題コード（研究区分）：　1105－115711　**（戦略研究）**

１．研究課題名と成果の要点

１）研究成果名：エネルギー作物としての多年生草本の生育特性と導入の可能性
（研究課題名：地球温暖化と生産構造の変化に対応できる北海道農林業の構築）
２）キーワード：多年生草本、ススキ、バイオマス、エネルギー、低利用農地
３）成果の要約：北海道における多年生草本の適草種はススキであり、乾物収量は年間 1,800～2,300kg/10a に達した。栽植密度は 2,800 株/10a 程度、刈取りは 11 月以降とし、収奪される養分を補う施肥が必要である。長期間の維持によりエネルギー生産/投入比は高まり、エネルギー作物として有望と考えられた。

２．研究機関名

１）担当機関・部・グループ・担当者名：中央農試農業環境部栽培環境Ｇ　主査　坂口雅己
根釧農試研究部飼料環境Ｇ
２）共同研究機関（協力機関）：（雪印種苗株式会社）

３．研究期間：平成 21～25 年度　（2009～2013 年度）

４．研究概要

１）研究の背景

農家一戸あたりの耕地面積が増大する中で､低利用農地の拡大を抑制しつつ農地の生産力を維持するためには、大規模化に対応した食料生産技術の開発のみならず、粗放管理が可能な新規作物の導入準備が必要である。

２）研究の目的

欧米諸国において、エネルギー作物としての導入・栽培が進められている多年生草本について、北海道における生育特性と適草種を明らかにし、導入の可能性を示す。

５．研究内容

１）多年生草本の生育特性とエネルギー作物としての適性評価

・ねらい：多年生草本をエネルギー作物として利用する上での生育特性を把握するとともに、北海道に適する草種を検討する。
・生育特性調査－自生草本を用いて、晩秋の水分・養分含有率の推移、刈取時期と翌年の再生状況を調査
・圃場試験－試験地：中央農試（褐色低地土、灰色低地土）、根釧農試(黒色火山性土、泥炭土)
供試草種：ススキ、オギ、ヨシ　栽植密度(株/10a)：中央農試(疎植:2,780、密植:5,560)、根釧農試 4,000
施肥処理(維持年 N-P_2O_5-K_2O kg/10a)：施肥区(中央農試 8.0-3.0-9.0、根釧農試 8.0-4.7-10.3)、無施肥区
調査項目：草丈、茎数、1 茎重、地上部･地下部乾物重、水分、灰分、養分吸収量、養分収支

２）多年生草本生産におけるエネルギー収支

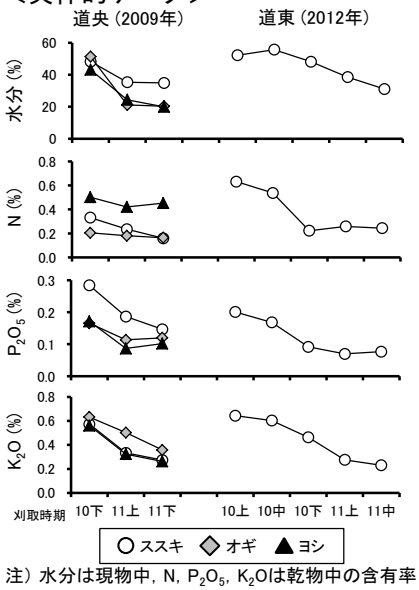
・ねらい：多年生草本生産に係るエネルギー投入量と産出量を試算する。
・算出法：多年生草本の栽培に係る労力等の実測値が得られている英国の算出法を利用
・算出条件：①草種：ススキ、②種苗：ススキ株を掘り出し、50g 程度に株分けし、ポテトプランターで定植、③栽植密度：2,800 株/10a、④施肥量：造成年(N-P_2O_5-K_2O=2-10-3、炭カル 300 kg/10a)、2 年目以降(N-P_2O_5-K_2O=8-3-9 kg/10a)､⑤乾物収量レベル(kg/10a):造成年(収穫なし)､2 年目(750)､3 年目以降(1,500)、⑥草本の水分含量：刈取り時 50%、予乾後ロールベールに調製・運搬時 25%、⑦貯蔵施設までの距離：1.6km、⑧貯蔵期間：6 ヶ月、⑨加工施設までの輸送距離：往復 40km、⑩最終年に除草剤で枯殺。

６．成果概要

1）多年生草本の水分および養分含有率は、刈取時期が遅くなるほど低下し、自生するススキでは 11 月上旬以降の水分は 40%、窒素 0.3%、リン酸 0.2%、カリ 0.4%以下で推移した(図 1)。前年の刈取時期を早めると、翌年の再生草における草丈や乾物重は低下した(データ省略)。早い刈取りは地下部への養分蓄積を妨げる一方、遅い刈取りは降雪のリスクがあるため、刈取適期は道央で 11 月上中旬、道東で 11 月中下旬と考えられた。
2）乾物収量水準は造成 3～5 年目で概ね安定した。草種別では、ススキ(1,800～2,300kg/10a)が最も多く、オギがこれに次いだ。また、道央で採種されたススキ 1 は道東在来のススキ 2 および 3 よりも出穂期が遅く、1 茎重および乾物収量が著しく高かった(表 1)。ススキの栽植密度は 2,800 株/10a 程度で十分であった。
3）乾物収量が多かったススキ 1 の収穫部における窒素、リン酸、カリの含有量はそれぞれ 4.0～4.5、2.7～2.8、11.7～13.7kg/10a であった(表 2)。各草種とも茎基部・地下部では収穫部に対し数倍の養分を有した(表 2)。ススキ 1 施肥区における窒素、リン酸、カリの収支はそれぞれ-1～+1、0～+1、-3～-6 kg/10a/年を示したことから(表 2)、収量の向上(表 1)と収奪される養分の補給(表 2)のため施肥が必要と考えられた。
4）ススキの栽培期間を延長すると栽培に係るエネルギー生産/投入比(EPR)は高まった。ススキを 10 年間栽培した時のエネルギー総生産量は 2,000GJ/ha(灯油 55kL 相当)で、EPR は 17.3 と算出された(表 3)。

以上のことから、高い収量性を 10 年以上維持する栽培管理を可能とすることで、農地を粗放的に管理するために導入するエネルギー作物としてススキは有望であると考えられた。

＜具体的データ＞



注）水分は現物中，N，P_2O_5，K_2Oは乾物中の含有率

図１　晩秋の各草種における収穫部の水分および養分含有率の推移

表１　各草種における収穫時の茎数、１茎重、乾物収量等と施肥および栽植密度による収量変動

試験地	草種[3]	施肥区における造成3～5年目の平均値 草丈 (cm)	茎数 (本/㎡)	1茎重 (g/本)	乾物収量 (kg/10a)	水分 (%)	灰分 (%)	各処理による[5] 収量変動 施肥	密植
中央[1] 農試	ススキ1	268	162	11.5	1839	56	6.2	152	102
	オギ	249	176	7.0	1216	54	4.8	137	93
	ヨシ[4]	260	140	8.2	1132	50	8.1	97	95
根釧[2] 農試	ススキ1	237	247	9.6	2349	33	5.6	82	処理なし
	ススキ2	194	246	4.9	1210	27	5.1	104	
	ススキ3	196	216	4.0	852	26	4.6	93	
	オギ	243	207	7.3	1498	25	4.3	106	
	ヨシ	152	90	2.5	204	32	7.8	84	

1) 中央農試は疎植区（栽植密度2,780株/10a)の褐色低地土，灰色低地土圃場を込みにした平均値
2) 根釧農試は黒色火山性土圃場の値
3) ススキ1，オギ，ヨシは中央と根釧で同じ系統を用いた(採種地道央)，ススキ2,3は道東で採種された系統
4) 中央農試のヨシは造成が1年遅いため3～4年目の平均値を記載
5) 無施肥区ないし疎植区の乾物収量を100とした，施肥区ないし密植区（栽植密度5,560株/10a)の収量指数
6) 各試験地の土壌熱水抽出性窒素(mg/100g)は中央農試(3.4～3.8)、根釧農試(12.9)

表２　施肥区における収穫時の地上部と地下部の養分含有量と造成後５年間の年平均窒素、カリウム収支

試験地	草種[1]	造成3～5年目における収穫部の養分含有量 (kg/10a/年) N	P_2O_5	K_2O	造成5年目の茎基部と地下部の養分含有量 (kg/10a) N	P_2O_5	K_2O	造成後5年間の年平均養分収支 (kg/10a/年)[2] N 投入	収穫部持出	地下部蓄積	収支	K_2O 投入	収穫部持出	地下部蓄積	収支
中央農試	ススキ1	4.0	2.8	11.7	13.1	6.3	14.1	6.8	3.3	2.6	**0.9**	7.8	8.1	2.8	**−3.1**
褐低	オギ	2.5	1.2	7.0	19.9	15.7	33.3	6.8	2.3	4.0	**0.5**	7.8	5.1	6.7	**−3.9**
疎植区	ヨシ	5.3	1.1	8.0	15.6	5.0	19.0	6.5	3.7	3.9	**−1.1**	7.5	5.1	4.8	**−2.4**
	ススキ1	4.5	2.7	13.7	22.9	11.9	33.3	6.8	3.2	4.5	**−1.0**	9.8	9.0	6.6	**−5.8**
根釧農試	ススキ2	2.8	1.6	4.0	9.4	4.4	7.4	6.8	2.1	2.0	**2.7**	9.8	2.9	1.4	**5.6**
火山性土	ススキ3	1.6	0.9	2.4	20.9	7.4	16.2	6.8	1.3	4.2	**1.3**	9.8	1.9	3.2	**4.7**
	オギ	1.6	1.0	5.8	23.4	14.2	36.9	6.8	1.4	4.8	**0.6**	9.8	3.8	7.6	**−1.5**
	ヨシ	1.1	0.4	0.9	5.8	3.4	8.6	6.8	0.9	1.5	**4.4**	9.8	0.7	1.5	**7.6**

1）ススキ1，オギ，ヨシは中央と根釧で同じ系統を用いた(採種地道央)，ススキ2,3は道東で採種された系統
2）「投入」は施肥養分量、「収穫部持出」は収穫部の養分含有量、「地下部蓄積」は茎基部と地下部の養分含有量、「収支」は「投入」－「収穫部持出」－「地下部蓄積」を示す

表３　ススキ生産に係るエネルギー収支の試算

	年間エネルギー量（MJ/ha/年） 造成年	2年目	3年目以降	最終年	栽培年数（栽培期間の積算MJ/ha） 5	10	15	20
エネルギー投入量（MJ/ha）[1]								
種苗・耕起・定植	11,881	0	0	0	11,881	11,881	11,881	11,881
肥料・除草剤の製造	10,663	6,760	6,760	8,576	39,521	73,322	107,124	140,926
施肥・除草剤散布	684	312	312	494	2,114	3,674	5,234	6,794
収穫・貯蔵・輸送・出荷	0	1,778	3,555	3,555	12,443	30,218	47,993	65,768
エネルギー総投入量	23,228	8,850	10,627	12,625	65,958	119,095	172,232	225,368
エネルギー生産量（MJ/ha）								
収穫物のエネルギー	0	135,000	270,000	270,000	945,000	2,295,000	3,645,000	4,995,000
貯蔵時のロス	0	−13,500	−27,000	−27,000	−94,500	−229,500	−364,500	−499,500
エネルギー総生産量	0	121,500	243,000	243,000	850,500	2,065,500	3,280,500	4,495,500
エネルギー生産／投入比（EPR）		13.7	22.9	19.2	12.9	17.3	19.0	19.9

1）作業に係るエネルギー(直接エネルギー)に加え，資材，作業機械および貯蔵施設の製造に係るエネルギー(間接エネルギー)を含む

７．成果の活用策

１）成果の活用面と留意点

・エネルギー作物としての多年生草本栽培の研究に活用する。
・排水性が著しく不良な土壌は栽培に適さない。

２）残された問題とその対応

８．研究成果の発表等

杉川・中辻・日笠、日本土壌肥料学会北海道支部大会(2011.12)