



小麦後作緑肥の効果と最適作物の選定

雪印種苗(株) 北海道研究農場

主席研究員 橋 爪 健

はじめに

明けましておめでとうございます。今年はウマ年、更なる飛躍を期待できる年だと思います。当社の緑肥作物も従来の線虫抑制や地力増進効果のみならず、土壌病害の抑制や後作への効果、また、物理性や化学性の改善から、生物性の改善の面から見た優良商品や技術開発に取り組みたいと思っていますので、今年も宜しくお願い致します。今回は農林水産新産業技術開発事業による補助事業で行った、小麦後作緑肥の結果が一部まとまりましたのでご紹介致します。

1 試験の内容

一昨年の8月17日に土幌町の小麦跡地(火山灰土壌)をお借りして、麦稈収穫後、現在市販されている5種類の緑肥を散播しました。処理と播種量は以下のとおりです。即ち、緑肥無栽培(ロータリーで整地後放置)、スワン(エンバク):15、ハイオーツ(エンバク野生種):15、キカラシ(シロカラシ):2、まめ助(ベッチ類):5、ソフィア(ヒマワリ):2kg/10aの6区です。1区:100m²(16.6x6m)の3反復制です。

ここに昨年、ハイオーツによるアズキ落葉病の抑制効果を確認するために「エリモショウズ」を、ヒマワリやまめ助の菌根菌の影響を見るためにアズキの「きたのおとめ」を、更に、菌根菌が着生しないビートを各8畝ずつ栽培し(畝幅:66cm)後作への効果を検討しました。肥料等は農家の慣行法に準じ、ビートではN P Kで17 40 19kg/10a施用し、特に減肥は行いませんでした。

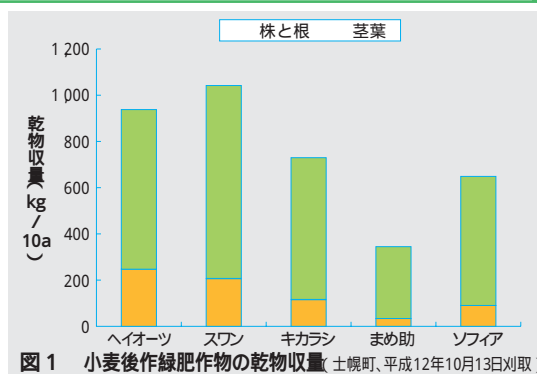


図1 小麦後作緑肥作物の乾物収量 (土幌町、平成12年10月13日刈取)

2 緑肥作物の収量

一昨年の10月に行った緑肥の収量調査の結果を図1に示しました。2か月の栽培期間でしたが、好天にも幸いされ、スワンは出穂、キカラシとソフィアも開花しました。株と根の収量はハイオーツがスワンより若干多収、次いでキカラシとソフィアが大差なく、まめ助が最も低収でした。地上部の茎葉はスワンが最多収、ハイオーツとキカラシが大差なく、ソフィア・まめ助の順に低収となりました。両者を合わせた乾物収量はスワンを100とすると、ハイオーツ:91、キカラシ:70、ソフィア:63、まめ助:33となり、スワン・ハイオーツで約1t/10a確保されました(堆肥で約3t分に相当)。

3 土壌の肥料成分

土壌分析を行いました。この土壌の窒素は平均、有効態リン酸は12と基準の10~30mgでは低め、カリが43mgと逆に多くなり、カリの減肥が必要になりました。緑肥が分解し始めた6月下旬に、ビート畑の土壌分析を行いました。

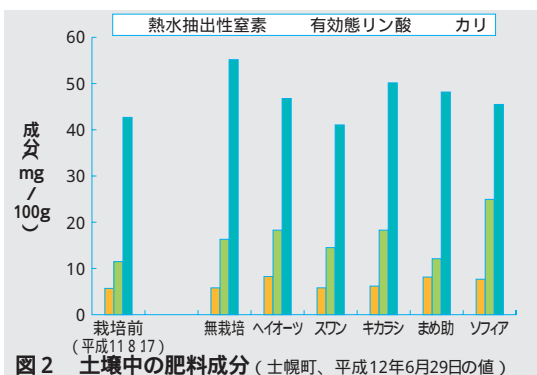


図2 土壌中の肥料成分 (土幌町、平成12年6月29日の値)

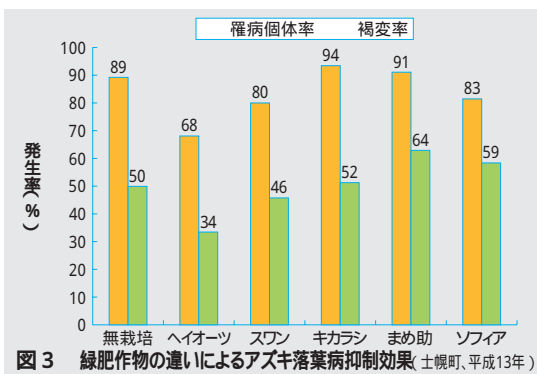


図3 緑肥作物の違いによるアズキ落葉病抑制効果 (土幌町、平成13年)

緑肥のすき込みとビートに施用した肥料により、土壌中の肥料成分は若干増加しています(図2)。まず、緑肥が分解して放出される熱水抽出性の窒素は、作物の分解速度(炭素率)に左右されたのか、ハイオーツ・まめ助・ソフィアで若干高くなっています。有効態リン酸は特にソフィアが高めですが、菌根菌によるものとは考えにくく、この原因は不明です。カリは無栽培区で特に高め、スワンが低く、その他緑肥区ではいずれも高くなっています。

4 ハイオーツによるアズキ落葉病の抑制効果

この畑は、菌量が 1.0×10^3 CFUと少なめで(無栽培区の春の値)、気象も原因したのか昨年は発病も遅めで、9月下旬に認められました。抵抗性品種のきたのおとめの発病は殆ど認められませんでした、エリモショウズはどの区でも発病して



写真1 不思議な緑肥ハイオーツ

います(図3)。しかし、昨年と同じく、ハイオーツ区は罹病個体率で68%、茎の褐変率(菌がどこまで侵入したかを示す。褐変率=褐変した茎数/総茎数)が34%と、無栽培区や他の緑肥導入区と明かな差が認められました。ハイオーツ区の収穫時(9/23)の菌量も無栽培区の半分と少なめになっています。

エリモショウズの収量を表1に示しました。子実が最も多収であったのはハイオーツ区とソフィア区で、無栽培区の1割増しとなっています。いずれも莢数が3割も増えており、特にハイオーツは茎長も高めでした。落葉病に罹病すると、百粒重が軽くなりますが、今年は罹病時期が遅かったために、この傾向はありませんでした。ヒマワリの増収は菌根菌によるものと思われませんが、落葉

表1 小麦後作緑肥跡に栽培したアズキの収量 (土幌町、平成13年9月23日調査)

No.	品種	作物	莖長 cm	莢数	比 %	乾物総 体収量 kg/10a	比 %	子実 収量 kg/10a	比 %	ダンカン	百粒重 g	比 %
きたのおとめ												
1	無栽培		34.6	10.7	100	183	100	121	100	d	20.5	100
2	スワン	エンバク	41.1	12.5	117	224	122	136	112	b	21.2	103
3	ハイオーツ	エンバク野生種	47.3	13.4	125	242	132	145	120	a	19.4	95
4	キカラシ	シロカラシ	35.9	12.5	117	186	102	112	92	e	20.1	98
5	まめ助	ベッチ類	39.9	12.5	117	223	122	137	113	b	19.2	94
6	ソフィア	ヒマワリ	41.6	12.8	120	221	121	131	109	bc	20.9	102
エリモショウズ												
1	無栽培		32.9	14.3	100	336	100	194	100	bc	20.7	100
2	スワン	エンバク	37.0	16.1	112	383	114	202	104	b	20.8	100
3	ハイオーツ	エンバク野生種	40.5	19.0	133	396	118	215	111	a	20.7	100
4	キカラシ	シロカラシ	30.9	14.5	102	342	102	188	97	cd	20.5	99
5	まめ助	ベッチ類	34.0	14.8	104	328	98	175	90	e	20.7	100
6	ソフィア	ヒマワリ	36.3	19.2	134	393	117	219	113	a	21.1	102

注: ダンカンは統計的有意差が有るかないかを意味し、異文字間では有意差がある事を示す。



写真2 キカラシ ビートの前作に最適

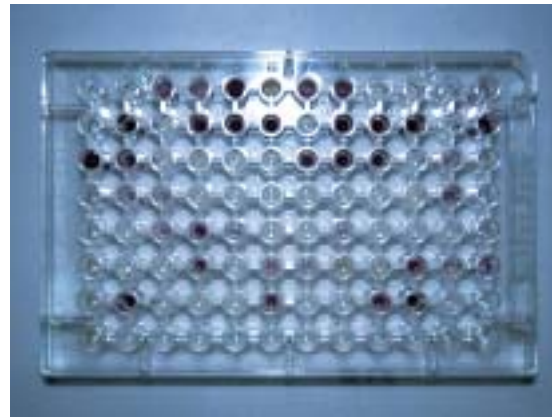
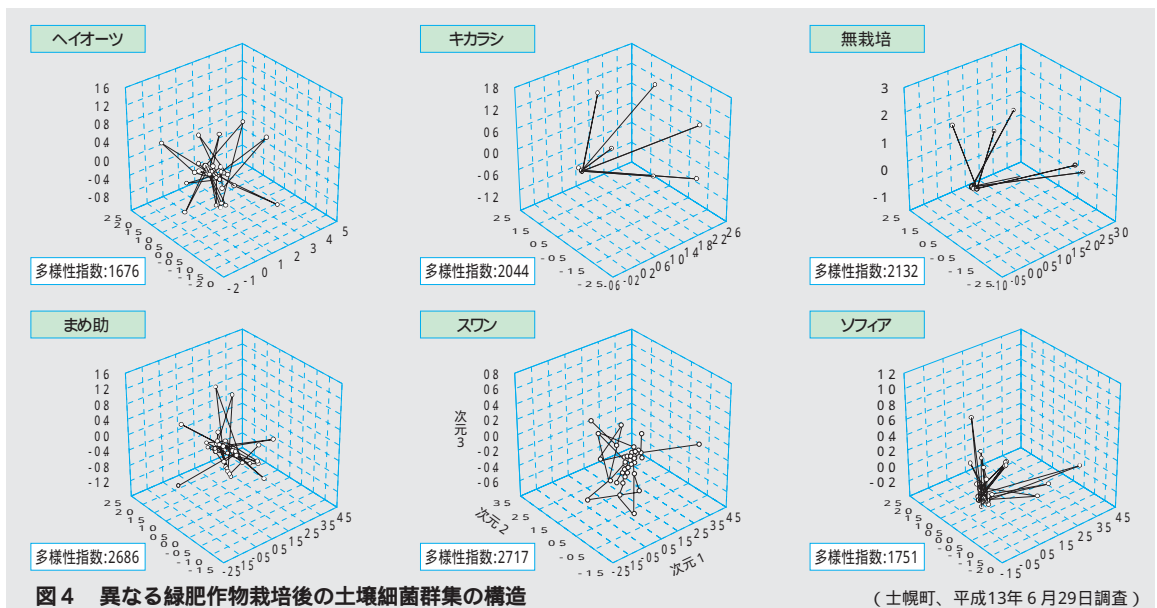


写真3 バイオログのマイクロプレート



病の抑制効果はなく、注意が必要です。

ヘイオーツがなぜ落葉病を抑制するかは現在検討中ですが、その一環として、北海道農業研究センター畑作部の横山さんの協力を得て、バイオログシステム（機器名）による土壌微生物の細菌群集の多様性を見ました。一般にこれら病害は土壌微生物が多様化する程（種類が豊富になる程）抑制され、また、特にイネ科の豊富な根がこれには適していると考えられます。この細菌群集の構造を3次元のグラフで示しましたが（図4）、ヘイオーツを栽培すると、似たような種類の菌が集中し、多様性指数が無栽培区やキカラシよりも低めになっています。同じエンバクのスワンが2717と多様化しているのに、ヘイオーツは1676とむしろ

低くなっている事が特に興味深い点です。一方、無栽培区では幾つかの群集が認められるだけで（多くは重なって、一つの点に見える）、多様性指数は高くなっています。キカラシは深根性の根が1本だけの緑肥ですが、これも無栽培区と同じ傾向です。このように緑肥作物の根は地上部以上に大きな役割を果たしているのではないかと考えられます（牧草と園芸：49巻5月号 2001参照）。

バイオログシステム

本来は微生物の分類および同定を簡易に行うために開発されたもので、マイクロプレートに細菌懸濁液を注入し一定時間培養後、95種類の基質の利用パターンをプレートリーダー（写真3）で読み取り、これをもとに同定を行う。今回はこの炭

素源利用のパターンを用いて、各試験区から分離された菌株間でクラスター分析を行い多様性指数、および多次元尺度構成法により細菌集団の構造分析をしている(図4)。

5 アズキに最適な緑肥作物

ヒマワリを始め、まめ助は菌根菌を増殖させ、地力対策とし

ては特に有名です。一般に土壤中のリン酸は動きが少ないため、根の近くにリン酸を施用する事がポイントだと言われています。菌根菌はこれら作物の根に共生し、菌糸を伸ばして根が利用できない遠くのリン酸も吸収し、これを作物が利用できる事が知られています。そのため、ヒマワリやマメ科緑肥の後作は、緑肥で増えた菌根菌を利用できる豆類やスイートコーンが特に良いと言われています。今回は耐病性のきたのおとめでその効果を検討してみました。

しかし、きたのおとめの落葉病は殆ど認められませんが、9月下旬にかなり強い降霜があり、ヤ晩生のきたのおとめの収量は、決して満足できるものではありませんでした。また、基肥のリン酸も40kg/10aと通常の倍量施用している事に注意してください。このような条件で、子実が最多収であったのはハイオーツ区で、無栽培区の2割増し、次いでまめ助・スワン・ソフィアで約1割増し、キカラシはむしろ低収になっています(表1)。



写真4 試験地のビート収穫風景

表2 小麦後作緑肥跡に栽培したビートの収量 (土幌町, 平成13年10月26日調査)

No.	品 種	作 物	茎葉収量		根 重		T/R比	修正糖収量			修正糖分	根中糖分	K	Na	穴/應窒素
			kg/10a	%	kg/10a	%		kg/10a	%	ダンカン					
1	無栽培		5,348	100	6,220	100	0.86	971	100	c	15.66	17.92	0.76	1.30	1.78
2	スワン	エンバク	5,311	99	6,159	99	0.86	992	102	bc	16.11	18.16	3.53	1.18	1.54
3	ハイオーツ	エンバク野生種	5,818	109	6,462	104	0.90	1,019	105	ab	15.77	18.00	3.93	1.24	1.77
4	キカラシ	シロカラン	5,939	111	6,614	106	0.90	1,041	107	a	15.75	17.84	3.51	1.29	1.60
5	まめ助	ベッチ類	6,076	114	6,485	104	0.94	1,019	105	ab	15.72	17.94	3.76	1.42	1.55
6	ソフィア	ヒマワリ	5,068	95	6,371	102	0.80	1,029	106	ab	16.19	18.18	3.48	1.07	1.48

注: 修正糖分 = 根中糖分 - (0.343(K + Na) + 0.094N + 0.29) Reinefeld (1974) による。
ダンカンは統計的有意差が有るかないかを意味し、異文字間では有意差がある事を示す。

この緑肥の菌根菌の感染率を北海道農業研究センターの唐澤さんに測定して頂いたところ、ヒマワリが最も多く、まめ助と続き、ハイオーツとスワンがソフィアの約半分、キカラシは0という結果になりました。翌年、この増殖した菌根菌のきたのおとめの根への感染率は、これら菌根菌に感染した作物には大きな差がない結果になりました。ハイオーツやスワンの跡地で菌根菌の感染率が高まった原因として、イネ科の緑肥は根が豊富なため、感染根量が大きかった事が考えられます。

以上の事から考えると、きたのおとめのように耐病性品種を栽培する場合には、ハイオーツ・ソフィア・まめ助が好ましく、エリモショウズのような抵抗性がない品種の場合には、ハイオーツが最適と思われました。但し、ヒマワリは景観美化も期待できる緑肥ですが、豆類の菌核病とジャガイモの半身萎凋病に弱いものがあり、病原菌を増やす危険性がありますので、品種選定に気をつけて下さい。

6 ビートに最適な緑肥作物

小麦後作緑肥の翌年はビートが多いかと思えます。ビートは菌根菌が付かない作物で、この最適な緑肥は何かを検討しました。まずビートの茎葉収量ではまめ助・キカラシ・ハイオーツが最多収で、ソフィアが若干少なくなっています(表2)。根重は作物間に大きな差はありませんが、キカラシ・ハイオーツ・まめ助が無栽培区に比べて5%程多収になっています。まめ助は特に窒素の肥効が大きく、茎葉が繁茂したビートになりましたが、これは窒素で4~6kg/10a前後の減肥が必要な事を意味しています。

表3 雪印の緑肥作物と最晩後作物の関係

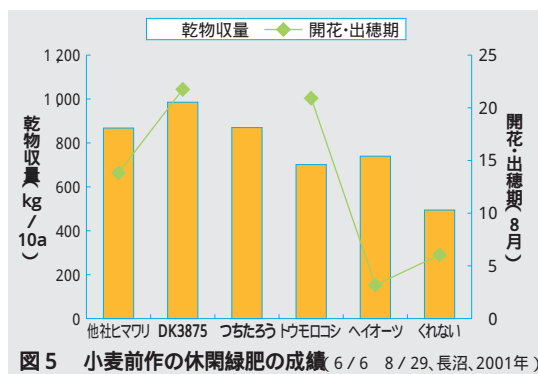
品 種	作 物	播種量 (kg / 10a)	有害線虫				アズキ 落葉病	小麦後作緑肥			小麦 後作 景観 緑肥	摘 要
			キタゲサ	キタコ	ササドネコ	ダイズス		ビト	ジャガイ	豆類		
ハイオーツ	エンバク野生種	10~15										線虫対抗作物 アズキ落葉病を抑制
キカラシ	シロカラシ	2										ビートの前作に最適
まめ助	ベッチ類	5										窒素の減肥を(4-6kg / 10a) お盆を過ぎたら「まめゆたか」
ソフィア	ヒマワリ	1.5~2.0										夏播き専用
DK3875	ヒマワリ	1.0~1.5										春播き専用。パーティシ リウム抵抗性
きたみのり	ライムギ	15										玉葱の跡地に最適
つちたろう	ソルゴー	5										ハウスの地力対策 休閒緑肥
くれない	クリームソクローバ	2										春播き専用。ダイズシスト センチュウ対抗作物
アンジェリア	ファセリア	2										春播き専用
はるかぜ	アカクローバ	2~3										小麦の間作緑肥。休閒緑肥

気になる糖分ですが、今回は北海道農業研究センターのてん菜育種研究室に測定を依頼し、糖分の他に有害成分であるNa, K, アミノ態窒素も測定し、修正糖分を算出しました。いずれの緑肥も無栽培区に比べて糖分は高く、特にソフィアと無栽培区には有意差が認められました。この原因は不明です。これに根重をかけた修正糖収量では無栽培区に比べて、キカラシが107%と最多収で、ソフィア・まめ助・ハイオーツまでは無栽培区との間に有意差が認められました。

以上の事から、実績のあるキカラシが従来の緑肥用エンバクのスワンや無栽培区以上に優れた結果が得られています。まめ助を導入する場合には減肥が必要な事が再確認されています。更にハイオーツやソフィアでも増収効果が期待できます。緑肥の乾物収量は翌年の後作への増収効果よりも、長期的に考えた有機物の補給と見るべきと感じています。

7 小麦前作の休閒緑肥

圃場の品種比較試験のみの結果ですが、簡単にご紹介します。小麦の前作としての休閒緑肥は播種期が6月と遅くなり、ハイオーツやトウモロコシの適期を逃しているのが現状です。このような中で最多収であったのはヒマワリのDK3875で、その収量性は他社のトウモロコシ・ソルゴーのつちたろうを上回っています(図5)。ヒマワリはジャガイモの半身萎凋病の問題がありますが、こ



の品種の抵抗性は極強です。また、マメ科緑肥としてはまめ助よりもクリームソクローバの「くれない」が多収で、これはダイズシストセンチュウの対抗作物と分かっており、深紅の花が期待できます。春先の雑草対策がポイントで、特に気をつけて下さい。

おわりに

各々の畑作物に最適な緑肥作物を表3にまとめました。今年も現地を含めて緑肥の効果解明と普及に、更に取り組みたいと思っています。農家の方々には今年も豊かな収穫を心からお祈り致します。今回の試験の実施に当たり、農林水産省先端技術開発センター(STAFF)や北海道農業研究センターの多くの方々、また、落葉病の菌量測定に協力して頂いた北海道大学の方々にご指導を頂き、ここに謝辞を述べさせていただきます。