

畑作における 緑肥作物の上手な導入法

北海道立天北農業試験場 関谷長昭

はじめに

そもそも緑肥とは、「植物を腐らせずに植物栄養を助けるために、肥料として、土の中にそのまますき込む」（農学大事典）。または、「草木の葉や茎を鮮緑のまま耕土に与えて、栽培植物の栄養とする肥料」（広辞苑）というように、日本においては、肥料の一つと考えられていた。しかし、アメリカでは、「土壌改良のために、鮮緑か、成熟直後に、土壌にすき込まれる植物。狭義には、特に土壌にすき込むことを目的として栽培された作物」（アメリカ土壌学会）。というように、土壌改良効果のある作物ならば、広義の緑肥と考えている。

1 緑肥作物の種類

起源的には、緑肥作物はマメ科植物であったが、ここ1～2世紀で非マメ科作物も利用されるようになった。これは、化学肥料の普及によりマメ科植物に対する窒素富化への依存度が軽くなったためと言える。表1に主要な緑肥作物を示した。

表1 緑肥作物の種類

1. マメ科作物
1) 夏型1年生：ダイズ、カウビー、ピーナッツ、サイトウ、Velvet beans。
2) 冬型1年生：ヘアリーベッチ、コモンベッチ、クリムソックローバ、パークローバ、Field peas、アカクローバ。
3) 2～数年生：アカクローバ、アルサイクローバ、シロクローバ、アルファルファ、スイートクローバ。
2. 非マメ科作物
1) 禾穀類：ライムギ、コムギ、エンバク、キビ、オオムギ。
2) その他：ソバ、ナタネ、カブ（これらは、家畜飼料として利用されることが多い）

2 栽培と利用の歴史

緑肥は、人類が農業を知り、一定の場所に定着して作物を栽培するところから始まったと言われている。それは、今からおおよそ3,000年前で、ギリシア・ローマ時代に緑肥が栽培されていた記録がある。しかし、エジプトではそのような記録がみられない。これは、土壌が肥沃で、作物を長期にわたって栽培しても収量の低下がみられなかったためと考えられる。アメリカでは、開拓の当初、移民して来た人は既に緑肥の知識を持っていたが、彼等は緑肥によって生産力を維持する代りに場所を移動することでそれを解決していたが、移住が不可能になると、緑肥作物の導入を始めるに至った。

このような歴史上の事実を見ると、我が国ではいかに緑肥を有効に活用しなければならない条件下にあるかがわかるように思う。

従って、北海道においても古くから緑肥に関する研究が行われて来たが、それらは主として窒素肥料として評価しているため、対照はリン酸を施用して緑肥の効果を判定することが多く行われて来た。しかし、最近になり、施肥体系、輪作体系も変わったし、緑肥に期待する効果の内容も変わって来た。

ここで、北海道の畑作地帯において、緑肥を導入することの利点と問題点について考えてみたい。

3 緑肥がそなえるべき条件

緑肥は、あとで述べるように、適切な作物と利用法を用いれば生産力維持、向上に効果的であるが、はたしてどのような条件をそなえたものを選ぶべきなのだろう。ある緑肥が、特定な地域の作付体系下では良好な成果をあげたとしても、それ

がすべての場合に適用できないのは明らかである。

そこで、一般に使われる緑肥がそなえるべき条件を考えてみたい。

表2 緑肥がそなえるべき条件

1. 生育が早い。その地方の風土に適する。
2. 生育量が多く多汁質である。
3. 土壌中の養分をよく吸収する。
4. すき込み後、土壌中での分解が速やかである。
5. 手近にあり入手が容易である。
6. 輪作体系への適合が良い。
7. 雑草との競合に耐える。

表2に示したように、緑肥がうまくその作付体系に入っていくには、いろいろな条件を満たしていなければならないが、特に生育量、易分解性、入手の容易さ、輪作への適合などは重要である。

4 緑肥の利用形態

緑肥が持つべき条件は、その利用形態によって大きく異なるので、次に、この点についてふれておく。

緑肥は、その栽培法から次の三つの利用形態がある。

(1) **休閑緑肥**：これは、換金作物を栽培せずに専ら緑肥生産のための作物を栽培する方法であるため、耕地面積に余裕がないと採用できない。一般には、デントコーン(表1にない)などを栽培し、適当な時期に細断してすき込む方法がとられるが、牧草を作付し、1～2年牧草を収穫した後に緑肥に利用する場合もある。

(2) **跡地緑肥**：主作物収穫後から冬期に至るまでの期間を利用して緑肥を栽培する方法である。従って、主作物の収穫期が遅い場合とか、降雪期が早い地方では、緑肥作物の十分な生育量が確保できない。また、主作物収穫後直ちに秋播作物(コムギなど)を作付する場合には採用できない。

しかし、上記以外の場合には、その地方に合った作物を用いれば有効な方法である。

(3) **間・混作緑肥**：主作物の生育期間に、同時に緑肥を栽培し、主作物収穫後から秋耕期に至る期間に緑肥作物を十分に生育させすき込む方法で、秋播小麦に対す

るアカクローバ混作が代表的なものである。この方法は、主作物と緑肥作物の特性とが、互いに負に作用しない組み合わせでなければならない。

例えば、緑肥作物を栽培することによって、主作物の生育が抑制されたり、管理作業に支障が出てはならないし、反面、主作物の正常な生育条件下でも、十分な生産量を確保できるような緑肥作物でなければならない。

以上の方法は、その地方の気象、土壌条件、作付体系、及び経営規模などの条件を考慮して、効果的な利用体系を考えねばならない。

5 緑肥の生産量

緑肥がそなえるべき重要な条件のうちの一つに十分な生育量をあげたが、前にものべたように生育量は、その地方の気象条件や、栽培様式によっても異なる。

非マメ科緑肥作物の生産量を、幾つかの条件下で調査した結果を表3及び図1、2に示した。

緑肥は、それを栽培した圃場に直接還元する場合は地上部(茎葉)のみならず、地下部(根部)も考慮しなければならない。表3の根部は掘り出した根部の回収量であるため、それまでの生育経過で分解し、土壌に還元された量は含まれないが、各作物間のだいたいの見当はつけられる。これからみると、地上部と根部の比率は作物によってずいぶん違うことがわかる。

また、生重では多くても乾重になると少ないものがあるので、量的な評価は乾重で行うのが妥当かも知れない。

しかし、イネ科緑肥の場合には全乾物重と、そ

表3 非マメ科緑肥作物の生産量 (kg/10a)

作物(品種名)	生 重			乾 重		
	茎 葉	根 部	計	茎 葉	根 部	計
グリーンソルゴー	1,750	1,050	2,800	455	200	655
スダックス	2,700	918	3,618	621	230	851
エンダックス	1,800	396	2,196	666	107	773
グリーンベルコ	4,650	744	5,394	632	119	751
イタリアンライグラス	2,600	1,508	4,108	650	287	937
エンバク(前進)	2,750	605	3,355	935	163	1,098
エンバク(アキユタカ)	2,200	286	2,486	616	72	688
エンバク(ハヤテ)	2,900	435	3,335	1,015	157	1,172

注 6月5日播種、8月17日調査(昭56、上川農試)

れに含まれる窒素含有率は相反する関係にあるので、総重を増すことに主眼を置くと、炭素率の高く、すき込み後の分解が遅いものになってしまう恐れがあるので注意を要する。

表3は6月5日播種という、作物にとっては好適な条件であるが、緑肥の場合には、必ずしもこのような利用形態ばかりとは限らず、相当遅くなる場合もある。このようなことを想定して、播種期を変えて各緑肥作物の収量をみたのが図1である。図で明らかなように、播種時期が遅くなると、生育量が極端に少なくなる作物がある。

更に、緑肥は単作とは限らず、主作物に間作される場合があるので、単作と間作の両条件下で生育量をみたのが図2である。これからみると、グリーンペルコ、エンバク(アキユタカ)、及びスタックスは間作のほうが生育量が多いが、エンバク(前進)は間作によって著しく生育が抑制され、同一作物であっても品種によって大きな差のあることがわかる。

以上述べたように、播種期や栽培様式のちがいによって、それぞれの作物の特色がよく現われるが、同一栽培様式でも、播種期の土壌条件のちがいによってその後の生育、生産量に差異が出る例がある。

表4に、秋播小麦に対するクローバの混播の試験結果を示した。アルサイククローバは、4月8日と4月26日に播種した。融雪期には、土壌水分がまだ十分あり、発芽に好適であるが、26日になると土壌水分不足から発芽が悪く、9月27日の調査では、8日播種のほぼ半分の生草量しかなかった。このことは、秋播小麦に対するクローバの混播に際して、播種期がいかにたいせつかを示している。また、クローバのうち、品種による生育量の差もみられるので、その地方、作付体系、緑肥

表4 緑肥用クローバの収量調査結果

クローバ品種	播種期	8月27日クローバ調査		9月27日クローバ調査		秋播小麦収量調査		
		草丈 (cm)	生草重 (kg/10a)	草丈 (cm)	生草重 (kg/10a)	収穫期	茎数/m ²	子実収量 (kg/10a)
アルサイククローバ	4月26日	17.0	欠測	32.0	670	7月29日	809	384
"	4月8日	29.0	740	55.4	1,125	7月28日	820	402
メジウム	"	36.8	1,453	65.8	1,775	"	779	402
サッポロ	"	38.6	1,427	75.2	2,075	"	807	402

注) クローバの播種量: 1.5kg/10a, 融雪期: 4月11日, コムギ品種: タクネコムギ (昭54. 十勝中部農業改良普及所)

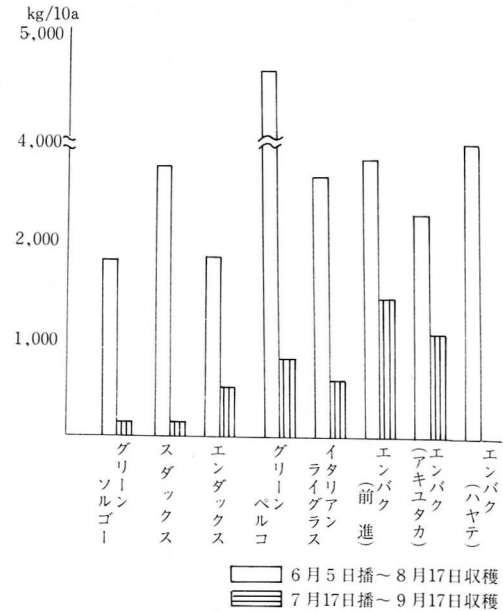


図1 播種期別生茎葉重の比較 (昭56 上川農試)

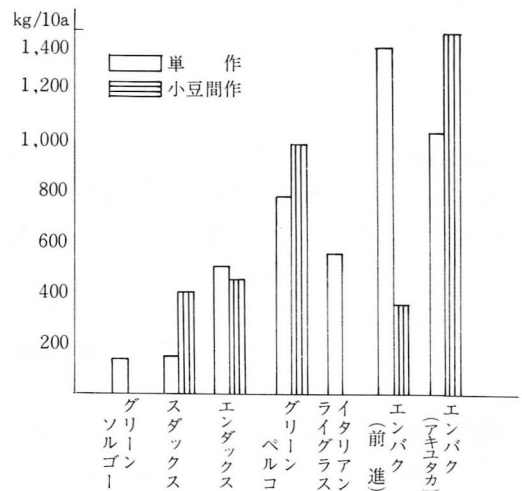


図2 単・間作における緑肥作物の生茎葉重の比較 (7月17日播種) (昭56 上川農試)

の栽培様式に適した品種を選定することもたいせつである。

6 緑肥の効果

前節では緑肥の生産量について述べたが、これらの緑肥には、どのような効果があるのかを考えてみたい。

(1) 窒素固定

緑肥を栽培したことに

表5 マメ科緑肥作物の窒素含有量比較 (ピータース, 1927)

	乾物* (kg)		窒素含有率(%)		全窒素 (kg) 地上+地下	固定窒素** (kg)
	地上部	地下部	地上部	地下部		
アカクロバ	1,000	503	2.70	2.34	38.77	25.84
アルファルファ	1,000	504	2.56	2.03	35.83	23.88
スイートクロバ	1,000	361	2.41	2.04	31.46	20.97
クリムソクローバ	1,000	322	2.85	2.29	35.87	23.91
ベ ッ チ	1,000	209	3.34	2.16	37.91	25.27
カ ウ ピ ー	1,000	169	2.70	1.45	29.45	19.63
ダ イ ズ	1,000	139	2.58	1.91	28.45	18.96
紫花ルーピン	1,000	171	2.60	1.40	28.39	18.92
黄花ルーピン	1,000	128	2.57	2.17	28.48	18.98

注) * 分析値は成熟期のものである。

** 全窒素の%とした(条件によって変る)。

よってその土壤に増加する成分は炭素と窒素である。ただし、窒素はマメ科植物に限られる。空気中の窒素はそのままでは植物が吸収することができない。これを、マメ科植物と共生関係にある根粒菌が植物の利用できる形態の窒素として取り込む(空中窒素の固定)。

表5に、主要マメ科作物の窒素含有量を示した。これによると、アカクロバの地上部が乾物で1t(生重で約5t)ある場合、固定される窒素は26kgあることになる。従って、地上部生重2t/10aあれば、およそ乾物重は400kgとなり、固定される窒素は10kg/10aもある。表は、地上部乾物重1tの場合を算出してあるが、これは、その地方の気象条件、土壤、及び栽培様式によって変わるので、それぞれの場合の地上部乾物量を推定して、固定窒素量を算出してみるとよい。

(2)有機物の生産とその土壤への還元

過去においては、緑肥作物を土壤にすき込むと土壤有機物含量が増加すると考えられていたが、最近では、緑肥作物のすき込みによる土壤有機物の増加量は無視できるほど少ないというのが一般的な考え方である。だからといって、緑肥作物の効果が低いというのではなく、後に述べるその他の効果が大きく、もし、土壤有機物含量を増す必要がある場合には緑肥以外の有機質資材を施用するほうが効果的であることになる。

緑肥は、土壤有機物の蓄積には効果的でないばかりか、その土壤固有の有機物の分解を促進することが知られているので、非常に有機物含量の多い土壤に対しては、その蓄積されている有機物を活用するという意味で効果的かもしれない。

(3)養分保持効果、浸蝕防止効果

緑肥が、しばしば「キャッチクロープ」(養分捕そく作物)、あるいは「カバークロープ」(土壤表面被覆作物)と言われるが、これは、主作物収穫後、後続作物が作付されるまでの間、圃場が裸地になると、養分が溶脱を受けたり、表土が表面流失水などで侵食を受けることがあるので、この対策として栽培される作物をこのように呼ぶので、緑肥以外の作物の場合もある。

養分のうち、流亡が特に問題となるのは硝酸態窒素であるが、硝化作用は比較的気温の高いときに盛んで、この時期には緑肥作物も順調に生育するので、いわゆる「キャッチクロープ」には施肥を要しない場合が多いが、「カバークロープ」は晩秋から翌春までにある程度の生育量を確保せねばならないので、初期生育を助長する意味で施肥が必要である。

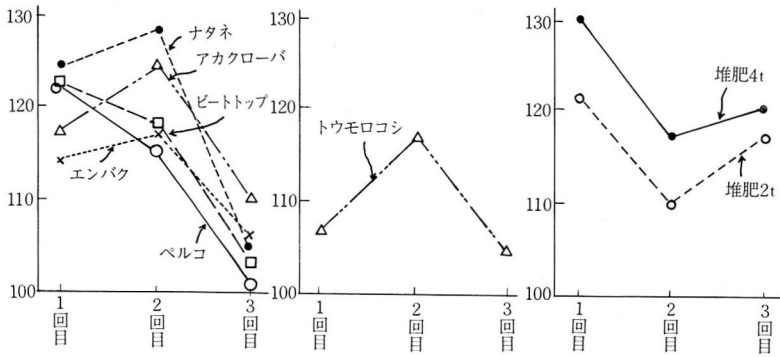
(4)可給態養分供給

緑肥作物は、すき込み時期を失しなれば、一般には土壤中での分解は速やかで、緑肥に含まれている各種成分は後続作物の養分として利用される。前にも述べたが、緑肥作物を栽培することによって土壤に富化されるのは炭素とマメ科作物の場合にはこれに加えて窒素があり、他の成分は本来、土壤に存在していたものである。しかし、一度作物に吸収された成分は、分解・無機化することによって容易に作物に吸収されるので、言いかえると、養分の可給化という効果があることになる。

緑肥作物に含まれる成分が作物の養分として効くには、先ず、土壤中で微生物の働きによって分解されねばならないので、肥効があらわれるまで時間がかかる。そこで、数種の緑肥を土壤にすき込んだ場合の効果発現の様子をみてみよう。

図3は、各有機物を乾物400kg/10a相当(堆肥は500, 1,000kg/10a)を秋にすき込み、翌年の5月から9月までの間にエンバクを3回栽培し、各回の乾物収量を、無すき込み収量に対する100分比で示してある。

図から明らかなのは、1, 2回目は非常に効



注) 1 m² 枠試験, 施肥量 N : P₂O₅ : K₂O = 9.0 : 15.0 : 7.5 g/m²

各回栽培期間: 1回目 2回目 3回目
5/19~7/2, 7/3~8/7, 8/9~9/25

図3 青刈エンバク三毛作の乾物重の推移 (対照区を100とした各区の収量指数)

表6 麦稈すき込みに対する緑肥クローバの併用効果 (サイトウ「ヒメテボ」)

(十勝農試 昭55)

処理番号	処理内容			8月11日生育調査			収量調査(9月30日収穫)			
	麦稈	クローバ	硫安	草丈 (cm)	乾物重 (g/10個体)	左の比	総重 (kg/10a)	子実重 (kg/10a)	総重の比	子実重の比
1	—	—	—	41.9	83.4	100	291	177	100	100
2	○	—	—	40.5	74.3	89	280	161	96	91
3	○	—	○	38.1	78.8	94	282	174	97	98
4	○	○	—	52.9	117.8	141	440	256	151	145
5	—	○	—	48.1	107.5	129	401	234	138	132

注1. 麦稈(タクネコムギ) すき込み量452kg/10a。

注2. クローバ(サッポロ) すき込み量: 地上部のみ生重870kg/10a, 乾物266kg/10a。

注3. 硫安添加量: クローバ地上部相当量として硫安で42.5kg/10aを秋麦稈すき込み時に全面散布。

果が高く、3回目には効果が激減していることである。これに対し、トムモロコシ茎葉は2回目やや高いが、1、3回目では効果が小さい。一方、堆肥は1回目の効果が大きく、2回目にやや低下するが、3回目には再度やや上昇する。

以上のことから、緑肥は、土壤中での分解が非常に早く、その効果も高いが、持続効果が堆きゅう肥などに比べると短いことがわかる。従って、初期の段階で分解量が多いときに作物の根系が十分発達していないと、せっかくの可給態養分を吸収できない場合があり得る。つまり、緑肥の分解と、作物がそれを吸収し得る時期とが一致しないと利用効率が悪くなる。

もう一つ、緑肥の分解無機化によって供給される成分が、間接的に効果のある場合を述べよう。

昭和55年に十勝農試で行われた麦稈すき込みに対する緑肥クローバ併用試験の結果を表6に示し

た。各区の収量をみると、2区(麦稈のみすき込み)は子実収量が91と減収したが、これに硫安を加えた3区は98と、ほぼ1区並みの収量となった。これに対して5区(クローバ単用)は132と増収を示し、更に、4区(麦稈、クローバ併用)は145と増収効果が高かった。

麦稈だけすき込むと減収するの、クローバを併用するとクローバ単用の場合よりも

更に増収する理由は、麦稈とクローバが共存状態で分解が進行すると、麦稈が作物の生産性に有利な方向に向かうためと考えられる。そして、クローバの効果は、単に窒素を十分に添加した効果以外に、易分解性の炭素化合物の添加効果があったものと思われる。これは、麦稈の土壤中での分解促進には、窒素とグルコース(易分解性炭水化物)の併用効果が高いことから裏づけられる。

炭素率が高い麦稈などの分解促進のために、通常化学肥料で窒素を添加する方法がとられているが、可能な限り、緑肥を活用することにより、麦稈の効果を高めることができるものと思う。

(5) その他の効果

以上、(1)~(4)まで述べた効果以外に、炭酸ガス発生効果、根系による土壌の物理性改善効果、根圏の水分保持効果、病害の抑制効果などが知られているが、ここでは省略させて頂く。

7 緑肥すき込みの負の効果

緑肥作物を土壌にすき込むとすぐに急激な分解が始まるが、このとき特殊な微生物が増殖し、作物の発芽や初期生育に阻害作用を示す場合がある。その一つに、アカクローバすき込み後のピシウム菌の急増殖が知られている(図4)。図で見ると、クローバ葉添加後3日目くらいで急激な炭酸ガス発生(分解がさかん)がみられ、その時期にエンバクの障害がはげしい。しかし、この時期を過ぎ

ると全く障害がみられないので、この対策としては、クローバすき込み後の作物播種は2週間程度

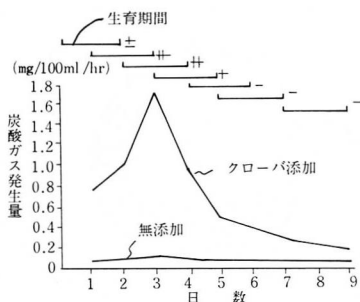


図4 アカクローバ葉の分解とエンバクの初期生育障害 (沢田ら, 昭39)

- 注 1. アカクローバの生葉1gを土壤100gに混合し、発芽しかかったエンバクを播種して障害の発現状況を調査した(25℃)。
 2. 障害の程度 - : 障害なし ± : 障害軽微
 + : 障害中度 ++ : 障害激しい

の期間をおくことが実用的である。

緑肥の分解に際して、微生物以外の作物生育障害物質が報告されているが、この有害物質は、土壌中にある粘土、土壌コロイドに吸着されたり、微生物の作用によって簡単に無害になってしまうので、心配の必要はない。

おわりに

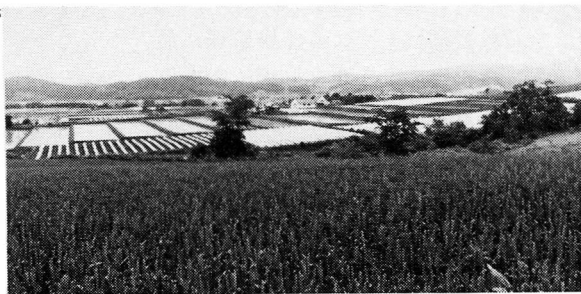
緑肥栽培の具体的な方法は省略したが、緑肥の重要性、及び問題点の幾つかは理解して頂けたものと思う。

近年、作物の収量水準維持向上を化学肥料に依存する度合いが強まっているが、ここで、地球上の資源を効率的に活用するという観点から、もう一度、利用可能な緑肥作物について考えてみる必要があるのではないだろうか。

野菜畑の 緑肥栽培と土づくり

空知中央地区農業改良普及所

倉見 淑彦



三笠市大里地区(野菜栽培の中心地区)

三笠市は、古くから野菜の産地として知られている。耕地は市の中心部を流れる幾春別川の兩岸

表1 昭和58年度野菜作付面積

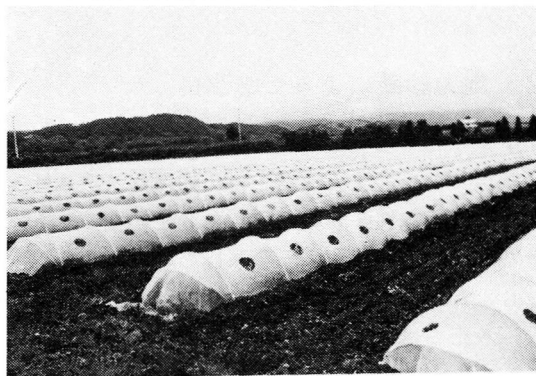
種 類	面積 (ha)	比率 (%)
果 菜 類	ト マ ト	1.7 0.4 (0.9)
	ナ ス	1.6 0.4 (0.9)
	キュ ウ リ	11.0 2.8 (5.9)
	ス イ カ	23.4 6.0 (12.6)
	カ ン ロ	3.2 0.8 (1.7)
	ネットメロン	30.0 7.5 (16.1)
	プリンスメロン	43.0 10.9 (23.1)
	カ ボ チ ャ	23.8 6.0 (12.8)
	小 計	137.7 34.8 (74.0)
ス イ ー ト コ ー ン	7.5 1.9 (4.0)	
タ マ ネ ギ	210.0 53.0	
バ レ イ シ ョ	14.0 3.5 (7.5)	
そ の 他	26.8 6.8 (14.5)	
合 計	396 (186)	100 (100)

注 () 内はタマネギを除いた面積及び比率

にあり、沖積地で埴壤土系が大部分を占めている。

経営は、水稻・畑作・野菜の複合経営であり、野菜単一経営はほとんど見られない。

野菜の作付は、今年の場合、表1の通りで、タマネギを除き果菜類の作付が非常に多い。



スイカのトンネル栽培