農研機構
NARO 国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構

Optimal Planting Time of Silage Corn for White Clover Living Mulch System

メタデータ	言語: jpn 出版者: 公開日: 2019-03-22 キーワード (Ja): キーワード (En): Corn, Living mulch, White clover 作成者: 魚住, 順, 出口, 新, 伏見, 昭秀 メールアドレス: 所属:
URL	https://doi.org/10.24514/00001174

シロクローバを用いたリビングマルチ栽培における飼料用トウモロコシの播種適期

魚住　順*1)・出口　新*1)・伏見　昭秀*2)

抄　録：シロクローバを用いたリビングマルチを飼料用トウモロコシの無農薬栽培に適用するには，クローバの生育を除草剤を用いずに制御する必要がある。本試験では，刈り払いのみでの制御が可能となるトウモロコシの播種期を明らかにするため，秋または春に播種したクローバによる被覆を異なる4期で刈り払い，その直後にトウモロコシを不耕起播種した。秋播きのクローバはトウモロコシの播種日にかかわらず雑草を効果的に抑圧した。しかし，最も早い5月2日播種では，トウモロコシも著しく抑圧され，収穫時のトウモロコシの密度は初期生育時の60％程度までに減少し，その収量は低かった。クローバによる抑圧は5月11日以降の播種でもみられたが，その程度は播種日が遅くなるに伴い低下した。このため，トウモロコシの収量は遅播きほど増加し，最も遅い5月31日播種では5 kg/10aの低N施用にもかかわらず1.6 t/10aの高い乾物収量が得られた。一方，春播きのクローバでは，最も遅い5月31日にトウモロコシを播種した場合にのみ，雑草抑圧効果が認められた。さらに，播種日にかかわらずトウモロコシにN欠乏症がみられ，その収量は秋播きのクローバにおけるよりも著しく少なかった。
キーワード：シロクローバ，トウモロコシ，リビングマルチ

Optimal Planting Time of Silage Corn for White Clover Living Mulch System：Sunao UOZUMI*1), Shin DEGUCHI*1), Akihide FUSHIMI*2)

Abstract：It is necessary to control the growth of clover sod without herbicide application in order to utilize a white clover “living mulch” system for non-chemical weed suppression in silage corn production. This study was conducted to determine the optimal planting time of corn to make possible the control of sod growth by only mowing immediately before planting.

Clover sods established in autumn or spring were mowed on 4 different dates, after which the corn cultivar 'LG2290' was planted by the no-till method. Weeds were suppressed regardless of planting time when the clover sod was established in the autumn. However, the earliest planting (May 2) caused corn growth depression due to interference with the regrown clover. Consequently, the density of corn at harvest decreased by 60 % of the initial value, resulting in a much lower yield than those from the other 3 planting times.

Though the interference by clover was found in the other 3 planting treatments, the degree of corn growth depression was decreased with delayed planting. The latest planting (May 31) produced the high yield of 16 t DM ha^{-1} in spite of its low nitrogen application (50kg ha^{-1}). When the clover sod was established in the spring, weed depression was found only in the May 31 planting. Moreover, the corn appeared N-deficient regardless of planting time and the yields were much lower than those from autumn-established clover .

Key Words：Corn, Living mulch, White clover

＊1）：東北農業研究センター（National Agricultural Research Center for Touhoku Region, Morioka, Iwate, 020-0198, Japan.）
＊2）：農林水産省生産局（Agricultural Production Bureau, The Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries, Kasumigaseki, Tokyo, 100-8950, Japan.）
2003年10月2日受付，2004年1月9日受理

I 緒 言

食の安全性に対する社会的関心の高まりに伴い畜産農家からは無農薬栽培の飼料，とりわけトウモロコシへの要望が増加している。飼料用トウモロコシは，現行の栽培でも殺虫剤や殺菌剤などの農薬の使用頻度が少なく無農薬栽培の可能性の高い作物であるが，雑草防除に関しては他の作物と同様に除草剤に強く依存していることから，これを克服することが無農薬栽培に向けた最大の課題となる。

リビングマルチ栽培とは，主作物の畦間に被覆作物を導入し，土壌の浸食や雑草の抑制を図る栽培法であり（Echtenkamp・Moomaw 1989，Elkins et al. 1983，Fischer・Burrill 1993，Grubinger・Minotti 1990，Hall et al. 1984，Kumwenda et al. 1993，三浦・渡邊 2000，三浦・渡邊 2002，Nichlson・Wien 1983，Satou et al. 1998，佐藤ら 1999），除草剤を使用せずに作物を栽培するための有望な技術と考えられる。しかしながら，リビングマルチとして導入する被覆作物は雑草だけでなく主作物をも抑圧する存在となるため，これをいかに制御するかがこの栽培法の課題である（Abdin et al. 1998，Fischer・Burrill 1993，藤原・吉田 2000，Grubinger・Minotti 1990，Kumwenda et al. 1993，Kurtz・Melsted 1952，三浦・渡邊 2002，Munawar et al. 1990，Satou et al. 1998）。藤原・吉田（2000）は，野菜類の定植前年の秋に平畦の両肩部分のみにヘヤリーベッチを播種し，これを翌春に，畦中央部に定植された野菜類に向けて引き倒すことにより両者の競合を回避できるとした。また，Grubinger・Minotti（1990）と三浦・渡邊（2002）は，シロクローバを用いたスィートコーンのリビングマルチ栽培において，生育中期に畦間を耕起または刈り払うことによってスィートコーンへの抑圧が低減できるとした。しかし，これらの作物で考案された植生制御法は飼料用トウモロコシには多労に過ぎて適用は難しい。一方北米では，各種被覆作物を導入した飼料用トウモロコシの不耕起栽培が，土壌浸食防止を主な目的に広く普及しているが，これらにおいては除草剤を用いた植生制御がコスト低減と省力化に不可欠な要素となっている（Blevins et al. 1990，Decker et al. 1994，Ebelhar et al. 1984，Echtenkamp, G. W.；Moomaw, R. 1989，Elkins et al. 1983，Kumwenda et al. 1993，Michell・Teel 1977，Munawar et al. 1990）。

以上のように，リビングマルチを飼料用トウモロコシの無農薬栽培に適用するには，藤原・吉田（2000）や三浦・渡邊（2002）の手法より省力的で，除草剤に依存しない植生制御技術を確立する必要がある。筆者ら（2000）は，飼料用ソルガムをシロクローバ被覆中に不耕起播種したところ，播種時の刈り払いのみでソルガムが旺盛に生育し，雑草も防除できたことを報告した。シロクローバは主作物に対する抑圧力が弱いとされ（三浦・渡邊 2002，Nichlson・Wien 1983），また，ソルガムは野菜類やスィートコーンと比べて生育速度が早く草丈も高い。これらの要因がこのような省力的な植生制御を可能にしたものと考えられ，生育特性が類似するトウモロコシへも同様の手法の適用が期待できる。しかしながら，被覆作物への直接的な管理が制限されるこの手法では，主作物と被覆作物との競合関係が主作物の播種期によって大きく変動し，これが収量性に大きく影響することから（Satou et al. 1998，佐藤ら 1999），播種時の刈り払いのみによる植生制御を実用化するには，まず，シロクローバ被覆を制御しうるトウモロコシの播種期を明らかにする必要がある。

以上のような観点から本試験では，東北北部でリビングマルチ利用が想定できる秋播きと春播きのシロクローバ被覆について，その立毛中へのトウモロコシの不耕起播種の時期が，両者の競合関係，雑草の発生およびトウモロコシの収量に及ぼす影響を検討した。なお，本研究は単年度の試験成績ではあるが，これまでの知見を踏まえても得られた結論は妥当なものであり，今後のリビングマルチに関する研究進展に資するものと思われるので，ここにとりまとめた。また，本論文の作成にあたり，武政正明畜産草地部長に御校閲の労を賜った。ここに厚くお礼申し上げる。

II 材料と方法

試験は2000年～2001年に，盛岡市の東北農業試験場（現東北農業研究センター）の圃場（面積約15 a）において実施した。供試圃場の土壌は，多湿黒ぼく土に分類され，試験を開始した2000年秋における化学性は表1のとおりであった。

トウモロコシの播種日を5月2日，11日，21日，31日の4水準とし，各播種日のそれぞれにおいて，

表1　試験開始時（2000年8月31日）における供試圃場の土壌の化学性

pH		T-C	T-N	C/N	NO_3-N	NH_4-N	Truog-P	CEC
H_2O	KCl	(g/kg)	(g/kg)		(mg/kg)	(mg/kg)	(g/kg)	(cmol/kg)
5.6	5.0	87.1	6.3	13.8	45.7	5.8	18.5	30.5

表2　播種処理の方法

区の略称	シロクローバの播種期	トウモロコシの播種床造成法	施肥量（kg／10a）											
			シロクローバ播種時				トウモロコシ播種時				年間合計			
			N	P_2O_5	K_2O	苦土石灰	N	P_2O_5	K_2O	苦土石灰	N	P_2O_5	K_2O	苦土石灰
秋LM	2000年9月1日	不耕起[a)]	2	25	7	200	3		8		5	25	15	200
春LM	2001年4月5日	不耕起	2	25	7	200	3		8		5	25	15	200
無LM+低N	−	不耕起					5	15	15	200	5	15	15	200
無LM+標N	−	不耕起					15	15	15	200	15	15	15	200
耕起	−	全面ロータリ耕起					15	15	15	200	15	15	15	200

a）耕耘幅15cm，間隔75cmで帯状にロータリ耕起して播種床を造成．

①トウモロコシ播種前年の秋にリビングマルチとしてシロクローバを播種し，翌春にトウモロコシを不耕起播種した区（秋LM区），②トウモロコシ播種当年の早春にシロクローバを播種し，トウモロコシを不耕起播種した区（春LM区），③リビングマルチを導入せずにトウモロコシを不耕起播種し，N施用量を低く設定した区（無LM＋低N区），④同じくリビングマルチなしの不耕起播種で，N施用量を標準量とした区（無LM＋標N区），および⑤耕起播種し，標準量のNを施用した区（耕起区）の5種類の播種床処理を設定した。試験は3反復の分割試験区法に従い，主区に播種日を，副区に播種床処理を配置した。副区の1区面積は12 ㎡（畦幅75 ㎝，4畦，3 m× 4 m）とした。

播種床処理の方法を表2に示した。

秋LM区は2000年9月1日に，春LM区は2001年4月5日に，いずれもN，P_2O_5，K_2O 各2，25，7 kg/10a，および苦土石灰200 kg/10aを全面施用してロータリ耕したのち，シロクローバ（品種フィア）2 kg/10aを散播して鎮圧した。

2001年春のトウモロコシの各播種日には，秋LM区と春LM区の地上部1 ㎡を地際から坪刈りし，生重を秤量してその時点の被覆の現存量とした。また，そのうち500gを乾物率算出用サンプルとして縮分・採取し，残りは試験地に細切・散布した。なお，被覆の現存量は雑草を含めた重量とし，その乾物率はサンプルを70 ℃で5日間乾燥することにより算出した。被覆の現存量を調査した後，すべての区の雑草とシロクローバをハンマーナイフモア（刈り取り高さ約3 ㎝）で刈り払い，無LM＋低N区，無LM＋標N区および耕起区には苦土石灰200 kg/10aを全面施用した。さらに，耕起区は全面をロータリ耕起することにより，また，他の4区は耕耘幅15 ㎝，間隔75 ㎝で帯状にロータリ耕起することによりトウモロコシの播種床を造成した。トウモロコシの品種は極早生のLG2290（相対熟度：90日）を用い，畦幅75 ㎝，株間16.7 ㎝で3粒点播し，播種後20日目に1本立て（8,000本／10a）に調整した。基肥は播種直後に条側に表面施用し，施用量は，秋LM区と春LM区はN，K_2O 各3，8 kg/10a，無LM＋低N区はN，P_2O_5，K_2O 各5，15，15 kg/10a，無LM＋標N区および耕起区はN，P_2O_5，K_2O 各15，15，15 kg/10aとした。これらの施肥により，シロクローバへの基肥を含めた年間合計N施用量を，秋LM区，春LM区，および無LM＋低N区は5 kg/10a，無LM＋標Nと耕起区は15 kg/10aに調整した。除草はいずれの区に対しても行わなかった。

5月2日播種区，5月11日播種区，5月21日播種区および5月31日播種区のトウモロコシの収量調査は，各播種区がほぼ黄熟期に達した8月31日，9

月6日，9月10日および9月21日に実施した。1区4畦×4ｍのうち中央2畦×3ｍを地上10㎝で刈り取り，個体数を計測した後に雌穂の包葉を含む茎葉部と，子実部に分けて生重を秤量した。茎葉部については，秤量した全量を2㎝程度に細切し，乾物率算出用サンプルとして約1㎏を縮分・採取した。子実部については，秤量したサンプルから生育中庸なものを15本採取して乾物率算出用サンプルとした。また，各区の中央2畦に挟まれる畦間3ｍ（0.75m × 3ｍ）の雑草を地際から刈り取り，各草種別に分類して生重を秤量し，さらにそれを2㎝程度に細切し，約1㎏を乾物率算出用サンプルとして縮分・採取した。乾物率はいずれも，サンプルを70℃で5日間乾燥することにより算出した。

Ⅲ　結　　果

1　トウモロコシ播種前のシロクローバと雑草の生育状況

表3には秋LM区と春LM区のトウモロコシ播種時のシロクローバの草丈と被覆の乾物現存量を示した。

秋LM区は，シロクローバの定着直後からトウモロコシの播種日まで，ほぼシロクローバ単一の植生を維持し，トウモロコシの播種前に雑草が発生することはほとんどなかった。トウモロコシを播種した5月2日，11日，21日および31日におけるシロクローバの草丈は，それぞれ15㎝，20㎝，28㎝および36㎝，被覆の乾物現存量は，それぞれ60㎏/10a，220㎏/10a，310㎏/10aおよび430㎏/10aであった。

春LM区でも，シロクローバは良好な発芽・定着を示し，トウモロコシ播種時にはシロクローバ優占の状態にあったが，早春に発芽したアレチノギク，シロザ，スカシタゴボウ等が混生し，秋LM区のようなシロクローバ単一の植生とはならなかった。5月2日，11日，21日および31日におけるシロクローバの草丈は，それぞれ1㎝未満，2㎝，4㎝および8㎝で，5月21日以前の播種日では草高が低すぎてモアによる刈り払いは行えなかった。また，被覆の乾物現存量は，5月21日以前の播種日では少量すぎて調査できず，5月31日播種区では30㎏/10aと，いずれも秋LM区より著しく少なかった。

無LM＋低N区と無LM＋標N区では，前年秋に発芽して越冬したアレチノギクが早春から優占し，トウモロコシ播種時にはほぼアレチノギク単一の植生を形成した。

2　トウモロコシ播種後のシロクローバ，雑草およびトウモロコシの生育状況

表4に収穫時のトウモロコシの残存個体数を示した。また表5には，収穫時の雑草の乾物現存量を示した。

秋LM区では，トウモロコシの播種日（シロクローバの刈り払い日）にかかわらず，シロクローバが旺盛に再生し，トウモロコシの初期生育時に雑草が発生することはほとんどなかった。しかし，最も早い5月2日播種区では，再生したシロクローバによりトウモロコシが強く抑圧され，収穫時のトウモロコシの残存個体数は，播種後20日目における個体数の60％程度までに減少した（表4）。また，これにより畦間の被度が弱まった結果，シロクローバが自然衰退する7月中旬以降には，シロザを主体とする雑草が発生・繁茂し，同播種区の収穫時の雑草の乾物現存量は635㎏/10aと，きわめて多くなった（表5）。5月11日以降の播種区においても，シロクローバとの競合によるとみられる徒長がトウモロ

表3　トウモロコシ播種時のシロクローバの草丈と被覆の乾物現存量

秋LM区				春LM区			
トウモロコシの播種日				トウモロコシの播種日			
5月2日	5月11日	5月21日	5月31日	5月2日	5月11日	5月21日	5月31日
シロクローバの草丈（cm）							
15	20	28	36	1＜	2	4	8
被覆の乾物現存量（kg/10a）							
60	220	310	430	－[a)]	－	－	30

a）－：少量すぎて刈取り調査が不能であった．

表４　トウモロコシ収穫時のトウモロコシの残存個体数

播種床区	トウモロコシの残存個体数(本/10a) 播種日			
	5月2日	5月11日	5月21日	5月31日
秋LM	4900b[1)](61)[2)]	7520a (94)	7240a (91)	7800a (98)
春LM	7750a (97)	8000a (100)	7510a (94)	7540a (94)
無LM+低N	7670a (96)	7300a (91)	7660a (96)	7470a (93)
無LM+標N	4910b (61)	6300a (79)	7040a (88)	7600a (95)
耕起	7530a (94)	7800a (98)	7650a (96)	7330a (92)

1)同一播種床区内において、同一文字を付した播種日間には有意差なし（Tukeyの方法による、P≦0.01）.
2)括弧内の数値は、播種後20日目に対する比率（%）、各区とも播種後20日目に8,000本／10aに調整.

表５　トウモロコシ収穫時の雑草の乾物現存量（kg/10a）

播種床区	アレチノギク 播種日				シロザ 播種日				イネ科雑草[2)] 播種日				合計[3)] 播種日			
	5月2日	5月11日	5月21日	5月31日	5月2日	5月11日	5月21日	5月31日	5月2日	5月11日	5月21日	5月31日	5月2日	5月11日	5月21日	5月31日
秋ＬＭ	235	31	20	10	400	58	46	0	0	0	0	0	635a[1)]	89b	66b	49b
春ＬＭ	130	286	162	85	454	286	487	187	0	0	0	0	584a	596a	650a	272b
無ＬＭ+低N	603	529	628	414	0	0	0	0	0	0	0	0	603a	525a	628a	414a
無ＬＭ+標N	891	590	459	177	0	0	0	0	0	0	0	0	891a	595b	459b	177c
耕起	0	0	0	0	187	1	37	0	27	117	148	165	268a	118a	185a	206a

1) 現存量の合計について、同一播種床区内において同一文字を付した播種日間には有意差なし（Tukeyの方法による、P≦0.01）.
2) 主として、イヌビエとメヒシバ.
3) 合計にはアレチノギクとシロザ以外の広葉雑草を含めた.

コシにみられたが，枯死する個体は少なく（表４），徒長の程度は播種日が遅いほど小さくなった。これら３播種区では，トウモロコシの生育に伴い畦間が十分に被陰された結果，５月２日播種区の様に夏期以降に新たな雑草が発生することはなく，収穫時の雑草の乾物現存量は５月２日播種区より著しく少ない 49 ～ 89 kg/10a となった（表５）。なお，これら３播種区では，トウモロコシによる畦間被陰により，シロクローバは８月中旬までにすべて枯死した。

春 LM 区では，トウモロコシの発芽・初期生育時のシロクローバは小さく，トウモロコシが抑圧されて枯死することはなかったが（表４），全播種区に共通してＮ欠乏症とみられる葉の緑度低下と生育不良がみられた。また，シロクローバの草丈が低すぎて刈り払いができなかった５月 21 日以前の播種区では，トウモロコシの播種後に，シロクローバ優占からアレチノギクとシロザ優占へと徐々に移行し，６月下旬にはシロクローバはほぼ消滅した。これら３播種区のトウモロコシは，Ｎ欠乏によるとみられる生育不良に加え，生育中期以降の雑草による抑圧により，その生育は全生育期間を通じてきわめて不良となり，収穫時の雑草の乾物現存量も 584 ～ 650 kg/10a と，雑草が効果的に抑制された秋 LM 区の５月 11 日～５月 31 日播種区より著しく多かった（表５）。一方，播種時に被覆を刈り払うことができた５月 31 日播種区のみは，雑草がある程度抑制され，７月中旬頃まではシロクローバ優占の状態が維持された。しかし，Ｎ欠乏によるとみられる生育不良は他の３播種区と同様に認められ，その結果，畦間の被陰は他の３播種区と同様に弱く，シロクローバが自然衰退する７月中旬以降にはシロザを主体とする雑草が繁茂してきた。このため，同播種区の収穫時の雑草の乾物現存量は 272 kg/10a と（表５），５月２日～５月 21 日播種区の 584 ～ 650 kg/10a よりは少なかったが，雑草が効果的に抑制された秋 LM 区の５月 11 日～５月 31 日播種区の 49 ～ 89 kg/10a よりは顕著に多かった。

無 LM ＋低Ｎ区でも，播種日にかかわらずＮ欠乏症とみられる緑度低下と生育不良がみられた。さらに，刈り払い後に再生したアレチノギクが初期生育

時よりトウモロコシを強く抑圧し，収穫時の雑草の乾物現存量は414～628 kg/10aと，きわめて多くなった（表5）。

無LM＋標N区では，トウモロコシにN欠乏症はみられず，初期生育は無LM＋低N区より良好であった。しかし，N施用量を標準量まで増加させたことによる生育促進効果は，播種日が早いほどトウモロコシよりもむしろアレチノギクの方に強く現れ，これはトウモロコシへの抑圧をさらに高める結果となった。このため，早播きほど収穫時の残存個体数は減少し（表4），雑草の乾物現存量は増加した（表5）。

耕起＋標N区でもトウモロコシにN欠乏症はみられなかったが，播種日にかかわらずメヒシバとイヌビエを主体とする雑草が多数発生・繁茂し，トウモロコシを強く抑圧した。ただし，これらの雑草の多くは，トウモロコシの収穫までに結実・枯死し，さらに倒伏・腐敗して現存量として計量されなくなったため，収穫時の雑草の乾物現存量は118～268 kg/10aと少なく，最盛期の繁茂の状態を十分に反映する値とはならなかった（表5）。

3 乾物収量

トウモロコシの乾物収量を表6に示した。

秋LM区の乾物収量は，播種日が遅いほど顕著に増加し，最も遅い5月31日播種区では，子実の乾物収量が1,025 kg/10a，全乾物収量が1,619 kg/10aと，極早生品種としての標準的な収量水準に達した。

春LM区では，雑草による抑圧が少なかった5月31日播種区においても，全乾物収量が788 kg/10aにとどまり，雑草による抑圧が著しかった5月21日以前の播種区では，全乾物収量が251～315 kg/10aと，さらに低収となった。

無LM＋低N区の乾物収量は，播種日にかかわらず他のいずれの区より低かった。N施用量を標準の15 kg/10aまで増やした無LM＋標N区では，無LM＋低N区よりも収量が明確に増加したが，最多収の5月31日播種区でも全乾物収量が1,199 kg/10aにとどまり，これは，秋LM区で最高の収量が得られた5月31日播種区の1,601 kg/10aより著しく低収であった。

耕起区は，播種日による収量の変動は少なかったものの全乾物収量で1,163～1,286 kg/10aとなり，いずれの播種区も秋LM区の5月31日播種区より著しく低収であった。

Ⅳ 考 察

15 kg/10aの標準的なN施肥を行ない，雑草対策を施さなかった無LM＋標N区と耕起区において，雑草の乾物現存量が多く（表5），低収であったことは（表6），飼料用トウモロコシの無農薬栽培が雑草防除なしには成立しないことを端的に示している。本試験では，シロクローバを秋に播種して，トウモロコシの播種期を5月末まで遅らせれば，トウモロコシ播種の直前の刈り払いだけで，高い雑草防除効果と多収性が期待できることが，秋LM区の5月31日播種区における雑草の乾物現存量の少なさ（表5）と全乾物収量の高さ（表6）から明らかになった。トウモロコシの発芽に必要な最低温度は9℃程度であり，発育のための最適温度は28℃程度とされる（Warrington・Kanemasu 1983）。一方，シロクローバは10℃ですでに旺盛な生育を示し，20℃で最大の乾物増加速度を示すとされる（Zachariassen・Power 1991）。これらのことから，最も遅い5月31日播種での多収は，主として，遅播きに伴う温度の上昇が，トウモロコシの競合力を相対的に高めたことによると考えられる。本試験における5月末の平均気温は約18℃であったことから，この気温は秋播きシロクローバを用いたリビングマ

表6 トウモロコシの乾物収量

播種床区	子実の乾物収量（kg／10a） 播種日				全乾物収量（kg／10a） 播種日			
	5月2日	5月11日	5月21日	5月31日	5月2日	5月11日	5月21日	5月31日
秋LM	235c[1)]	811a	922a	1025a	378c	1205a	1435a	1619a
春LM	132b	182b	156b	437a	251b	315b	288b	788a
無LM+低N	23a	71a	68a	95a	66a	154a	170a	234a
無LM+標N	74c	296bc	441ab	730a	156c	480bc	702b	1199a
耕起	685a	726a	809a	719a	1163a	1232a	1286a	1196a

1）同一播種床区内において、同一文字を付した播種日間には有意差なし（Tukeyの方法による、P≦0.01）．

ルチ栽培でのトウモロコシの早播きの限界日の目安になると考えられる。しかしながら，トウモロコシとシロクローバとの競合関係には，温度条件の他にも，養分競合に影響する土壌の理化学性や，シロクローバへの花芽分化誘導作用を介在してその茎葉伸長力に影響する日長時間なども関与する可能性があり，温度条件のみを一般指標としうるかについては，これらの要因の影響を検討した後に結論する必要がある。

リビングマルチ栽培では，雑草防除効果だけでなく，マメ科被覆作物からイネ科主作物へのN移譲効果が期待できる（Blevins et al. 1990，Decker et al. 1994，Ebelhar et al. 1984，Michell・Teel 1977）。15 kg/10a のNを施用した無 LM ＋標N区の収量が，5 kg/10a のNを施用した無 LM ＋低N区の収量を明らかに上回ったこと，5 kg/10a のN施用にとどめた春 LM 区の 5 月 31 日播種区では，雑草が抑制されたにもかかわらず，生育不良に陥り，低収となったこと（表 6），土壌の NO_3 － N と NH_4 － Nがそれぞれ 45.7 ㎎/㎏および 5.8 ㎎/㎏の低水準にあったこと（表 1）などを併せみると，本試験での土壌供給Nは，トウモロコシの生育に充分でなかったものと推定される。このような観点から秋 LM 区の 5 月 31 日播種区での多収性を考えると，秋播きのシロクローバから相当量のNがトウモロコシに移譲されたものと推察される。本試験では，N移譲量の推定に十分な処理設定を行なっていないが，Ebelhar et al.（1984）は，被覆作物としてのヘヤリーベッチから 9 ～ 10 kg/10a のNがトウモロコシに供給されると推定し，また Blevins et al.（1990）は，同様にこれを 7.5 kg/10a と見積もっている。N移譲量の把握は肥培管理法を策定する上で不可欠である。また，その多寡によっては，リビングマルチを栽培コスト低減技術へと発展させる可能性も生じてくる。そのため今後，本試験で有望と判断された「秋播きシロクローバ＋ 5 月末のトウモロコシ播種」の体系については，N移譲量の把握のための追加的試験が必要である。

以上の結果から，秋播きシロクローバによるリビングマルチ中に，トウモロコシを 5 月末に不耕起播種する体系は，雑草防除とN移譲の両面から有望であることが示唆された。しかし，この体系を東北北部で実践するには，極早生のトウモロコシ品種を用いたとしても，その収穫期は 9 月中旬以降となることから，9 月上旬までに播種する必要のあるシロクローバを秋に播種することができなくなる。したがって，東北北部においてトウモロコシの年 1 作を達成するには，春播きシロクローバでの技術化が必要と考えられる。春 LM 区には共通して葉の緑度低下と生育不良がみられ，また，雑草防除効果のあった 5 月 31 日播種区においてもきわめて低収であったことから（表 6），春播きはN移譲効果の点で秋播きに大きく劣るものと考えられる。Michell・Teel（1977）は，マメ科被覆作物から主作物への移譲Nは，その大部分が枯死したマメ科の地上部に由来するとしている。シロクローバの乾物現存量が多かった秋 LM 区（表 3）においてのみN移譲効果がみられた本試験の結果は，Michell・Teel（1977）らのこの結果を支持するとともに，トウモロコシ播種時の乾物現存量が少ない春播きのシロクローバが大きな窒素移譲効果を持ち得ないことを示している。春播きについては，この特性を前提に，まず，トウモロコシにN欠乏を起こさない肥培管理法を明らかにしたうえで，5 月 31 日播種区でみられた雑草防除効果を活かす栽培法を構築していく必要があろう。

引用文献

1）Abdin, O. ; Coulman, B. E.; Cloutier, D. ; Faris, M. A. Zhou, X. ; Smith D. L. 1998. Yield and yield components of corn interseeded with cover crops. Agronomy Journal 90: 63-68.

2）Blevins, R. L.; Herbek, J. H.; Frye, W. W. 1990. Legume cover crops as a nitrogen source for no-till corn and grain sorghum. Agronomy Journal 82: 769-772.

3）Decker, A. M. ; Clark, A. J.; Meisinger, J. J. ; Mulford, f. R. ; McIntosh, M. S. 1994. Legume cover crop contribution to no-tillage corn production. Agronomy journal 86: 126-135.

4）Ebelhar, S.A. ; Frye, W. W; Blevinse, R. L. 1984. Nitrogen from legume cover crops for no-tillage corn. Agronomy journal 76: 51-55.

5）Echtenkamp, G. W. ; Moomaw, R. 1989. No till corn production in a living mulch system. Weed technology 3: 261-266.

6）Elkins, D. ; Frederking, D.; Marashi, R.

McVay, B. 1983. Living mulch for no-till corn and soybeans. Journal of Soil and Water Conservation 38（5）: 431-433.

7）Fischer, A. ; Burrill, L. 1993. Managing interference in a sweet corn-white clover living mulch system. American Journal of Alternative Agriculture 8: 51-56.

8）藤原伸介，吉田正則．2000．被覆作物ヘヤリーベッチのアレロパシーとマルチ資材としての利用に関する研究．四国農業試験場報告．65 ： 17-32.

9）Grubinger, V. P. ; Minotti, P. L. 1990. Managing white clover living mulch for sweet corn production with partial rototilling. American Journal of Alternative Agriculture 5: 4-12.

10）Hall, J. K. ; Hartwing, N. L. ; Hoffman L. D. 1984. Cyanazine losses in runoff from no-tillage corn in "living" and dead mulch vs. unmulched, conventional tillage. Journal of Environmental Quality 13（1）: 105-110.

11）Kumwenda, J. D. T.; Radcliffe, D. E.; Hargrove, W. L.; Bridges, D. C. 1993. Reseeding of crimson clover and corn grain yield in a living mulch system. Soil Science Society of America journal 57（2）: 517-523.

12）Kurtz, T. ; Melsted, S. W. ; Bray, R. H. 1952.. The importance of nitrogen and water in reducing competition between intercrop and corn. Agronomy Journal 44: 13-17.

13）Michell, W. H. ; Teel, M. R. 1977. Winter-annual clover crops for no-tillage corn production. Agronomy Journal 69: 569-573.

14）三浦重典，渡邊好昭．2000．播種時期の違いがリビングマルチ栽培したスィートコーンの生育に及ぼす影響．日本作学会東北支部会報．43 ： 55-56.

15）三浦重典，渡邊好昭．2002．マメ科リビングマルチ条件下で栽培したスィートコーンの生育及び収量．日本作物学会紀事．71（1）： 36-42.

16）Munawar, A. ; Blevins, R. L.; Frye, W. W. ; Saul, M. R. 1990. Tillage and cover crop management for soil water conservation. Agronomy Journal 82: 773-777.

17）Nichlson, A. G. ; Wien, H. C. 1983. Screening of turfgrasses and clovers for USE as living mulches in sweet corn and cabbage. Journal - American Society for Horticultural Science 108（6）: 1071-1076.

18）魚住 順，黒川俊二，吉村義則．2000．ソルガム栽培におけるマメ科被覆作物の雑草防除および緑肥効果．日本草地学会誌（別）46 ： 86-87.

19）Satou, S.; Tateno, K.; Kobayashi, R.; Sakamoto, K. 1998. Control of spiny amaranth（*Amaranthus spinpsus* L.）with Italian ryegrass living mulch in forage corn（*Zea mays* L.）. J. Journal of Weed Science and Technology 43（4）: 317-327.

20）佐藤節郎，舘野宏司，小林良次，坂本邦昭．1999．トウモロコシ（*Zea mays* L.）の播種期及びリビングマルチがイチビ（*Abution theophrasti* Medic.） の成長に及ぼす影響. 日本草地学会誌．44（4）: 374-377.

21）Warrington, I. J. ; Kanemasu, E. T. 1983. Corn growth response to temperature and photoperiod Ⅰ. Seedling emergence, tassel initiation, and anthesis. Agronomy Journal 75: 749-754.

22）Zachariassen, J. A. ; Power J. F. 1991. Growth rate and water use by legume species at three soil temperature. Agronomy Journal 83: 408-413.