

安心・安全おおいだ型自給飼料生産技術の確立
ア.リビングマルチなどを利用した無農薬栽培技術の確立

Establishment of Chemical Free Cultivation Technology by Living Mulch -so on

鶴岡克彦 安高康幸¹⁾

要 旨

生分解性マルチ、リビングマルチ、及びカバークロップを利用した飼料用トウモロコシの無農薬栽培を行い、以下の結果を得た。

1. 生分解性マルチでは、播種孔のみを除草することで慣行栽培より高い収量を得た。無農薬では、慣行栽培より収量はやや劣った。
2. リビングマルチでは、初期の雑草抑制効果は認められなかったが、リビングマルチによる密度上昇、被陰効果により、収穫時の乾物雑草量は減少した。トウモロコシの収量は、いずれのリビングマルチでも慣行栽培より減少する傾向にあった。
3. カバークロップでは、初期の雑草抑制効果が確認された。しかし、生育期に雑草が増加し、雑草最盛期においては、初期と比較して雑草抑制効果は少なかった。トウモロコシの収量は、慣行栽培と同程度か増加する傾向にあった。

(キーワード：無農薬、生分解性マルチ、リビングマルチ、カバークロップ、飼料用トウモロコシ)

背景及び目的

飼料用トウモロコシ(以下トウモロコシと略称)は10a 当たりのTDN収量が1,000kg 程度と他の飼料作物より高く、飼料自給率の向上、堆厩肥の圃場還元といった面からも主要飼料作物と位置付けられる。トウモロコシの雑草防除には除草剤が広く普及しているが、最近の環境保全型農業への関心の高まりのなかで無~減農薬栽培が求められている。また、農薬取締法の改正、および食品衛生法の改正によるポジティブリスト制度の導入などにより、農薬使用に対する制限の増加、周囲への配慮の必要性の増加などの実情をふまえ、トウモロコシの栽培において生分解性マルチ、リビングマルチ、およびカバークロップを利用し、雑草防除法を検討した。

1. 生分解性マルチ

材料及び方法

供試マルチ

H18 表1のとおり 無孔マルチ使用

H19 キエ丸 幅135cm 厚さ18µm 孔径60

とうもろこし耕種概要

播種日 H18 4/26 H19 3/29

品種 H18 34N48 H19 KD640

播種密度：6667本/10a(条間75cm、株間20cm)

堆肥3t、苦土石灰150kg、溶燐50kg/10a

施肥(kg/10a) N：P₂O₅：K₂O=10：20：10

追肥(kg/10a) N：P₂O₅：K₂O=5：0：5

マルチの展張はマルチャーで行い、播種は播種

1)研究普及課

孔に手で行った。シーダーテープについては、マルチャーにシーダーテープ用アタッチメントを取り付け、播種を行った。

土壌処理剤はアトラジン・メトラクロール(300 ml/10a)、茎葉処理剤は、ニコスルフロン剤(100ml/10a)を用いた。播種孔のみの除草区は土壌処理剤のみ用いた。

結果および考察

18年度に、各種生分解性マルチの性能を調査した。使用したマルチは表1のとおりである。いずれの生分解性マルチも展張後2ヶ月程度は崩壊がなく、収穫時まで風による飛散もなく、トウモロコシの栽培において利用可能であった。生分解性マルチには2~3ヶ月の短期タイプと5~6ヶ月の長期タイプがあるが、いずれもタイプも栽培期間におけるマルチの崩壊に差は見られなかった。

表1 各種生分解性マルチの性質等と展張後の崩壊程度(H18.4.25展張)

	タイプ				マルチ崩壊程度				
	幅	長さ	材質	使用期間	42日後	64日後	81日後	99日後	99日後 (地際部分)
土っ子	135	200	PCL	2~3ヶ月	0	0	1	2	3
エコロームFC6月タイプ	135	200	PBS	5~6ヶ月	0	0	1	3	5
野土加(のどか)	110	400	PBS	2~3ヶ月	0	1	2	3	2
エコグリーンマルチ	95	200	澱粉基コポリ リエステル	2~3ヶ月	0	0	0	3	1
キエール	95	200	PBAT	2~3ヶ月	0	0	1	2	2
キエ丸	95	200	PBS	2~3ヶ月	0	0	1	1	2
イーマルチ	95	400	PBS	2~3ヶ月	0	1	1	5	5
草なぎワックスマルチシート	95	100	紙	2~3ヶ月	0	0	0	4	5

19年度に、キエ丸を用いて、生分解性マルチ及び除草剤の利用による雑草の抑制効果とトウモロコシの生育に与える影響を調査した。

生分解性マルチが地温に与える影響を図1に示した。5月8日16:00に無マルチ区とマルチ区の間で生育期間最大の7度程度の差があり、以後は、温度差が減少していった。絹糸抽出期の6月27日においては、1日を通して、1度前後の差がみられた。

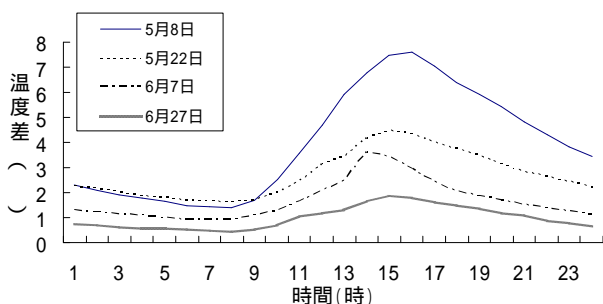


図1 生分解性マルチが地温に与える影響

図2に、生分解性マルチがトウモロコシの初期生育に与える影響を示した。マルチにより、トウモロコシの初期生育が有意に優れた。初期生育が優れることにより、被陰による雑草抑制効果もみられた。

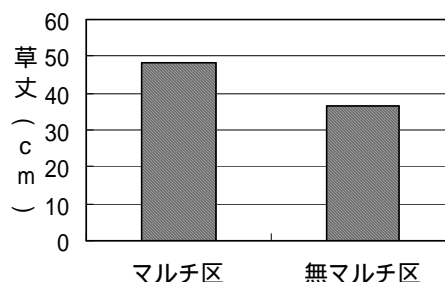


図2 初期生育(5/11調査)
(区間に有意差有り p<0.01 Tukey)

表2に、シーダーテープを利用した場合のトウモロコシの発芽率を示した。シーダーテープを利用した区では著しく発芽が劣った。有孔マルチとシーダーテープを利用すると、孔と種子にずれが生じることにより、発芽が劣る結果となった。シーダーテープを利用する場合は、シーダーテープの種子を感知して、マルチに穴を開けながら展張するマルチなどを利用することで、孔と種子にずれが生じないようにする必要がある。

	発芽率(%)
手植え	88.9
シーダーテープ	26.9

表2 シーダーテープ利用による発芽率
(シーダーテープ、有孔マルチともに株間20cmに加工したものを利用)

図3に生分解性マルチおよび除草剤が雑草の発生に及ぼす影響、表3に生分解性マルチおよび除草剤がトウモロコシの収量に及ぼす影響を示した。生分解性マルチの利用により、無マルチ無除草区と比較して、雑草乾物重は減少した。マルチ無除草区では、生分解性マルチにより、雑草の生育も旺盛になり、播種孔から発生した雑草乾物重が全雑草乾物重のうち62%程度を占めた。しかし、播種孔を土壌処理剤で処理することで、播種孔からの雑草発生量は0.6g/m²で無除草と比較して著しく減少した。トウモロコシの収量も、マルチ無除草区では慣行栽培区(無マルチ除草追肥区)と比較して減少したが、播種孔のみ除草区では増加した。播種孔のみの除草では、

マルチで被覆されていない通路から発生する雑草を抑制することはできないが、通路から発生する雑草は収穫物への混入はないので、播種孔のみの除草で雑草の影響なく、慣行栽培と同等かそれ以上の収量が得られる。7月14日に台風4号が通過したが、マルチ区で倒伏が多かった。マルチ区では、播種後鎮圧せず、マルチで被覆していることから土壌が柔らかくなり、倒伏が増加した。台風の影響を受けないために、できるだけ早く播種する必要がある。

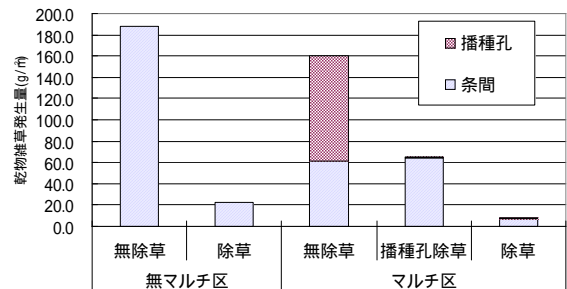


図3 生分解性マルチ及び除草剤が雑草の発生に及ぼす影響

表3 生分解性マルチ及び除草剤がトウモロコシの生育及び収量に及ぼす影響

マルチ有 無	除草剤有無	発芽日 数(日)	発芽率 (%)	絹糸抽出 日数(日)	倒伏率 (%)	折損率 (%)	稈長 (cm)	稈径 (mm)	乾物重(kg/a)		
									茎葉	雌穂	総重量
有	有	8	89.5	88	19.9	4.2A	238.6	24.9A	85.7ac	69.7	155.4a
有	有(播種孔)	8	85.9	88	18.3	3.9A	242.1	23.6A	91.7aA	71.7	163.4A
有	無	8	91.2	88	28.4	2.6A	240.1	23.5A	78	65.6	143.6a
無	有	11	88.9	92	0.7	5.9A	230	22.8A	67.1c	69.9	137
無	無	11	87.9	95	5.9	23.9B	226.2	16.9B	57.3bcB	55.8	113.1bB
無(追肥)	有						232.6	22.6A	74.7	76	150.7a

(同列異符号間に有位差有 大文字 p<0.01 小文字 p<0.05 Tukey)

表4に、マルチ栽培における資材費を示した。マルチ栽培では、土壌処理剤(アトラジン・メトラクロール300ml/10a)を播種孔の条のみ使用、慣行栽培

では、除草剤は土壌処理剤及び茎葉処理剤(ニコスルフロン150ml/10a)、追肥はN、Kそれぞれ5kg/10a使用を使用したものとして計算した。マルチ栽培では、10a当たり27,000円程度資材費が増加する。

表4 マルチ栽培における資材費(10a当たり、単位:円)

	マルチ	シーダーテープ	除草剤	追肥肥料	合計
マルチ栽培	22011	9333	125	-	31469
慣行栽培	-	-	2192	2428	4620

以上の結果から、生分解性マルチを利用したトウモロコシの栽培では、播種孔のみを除草することで、慣行栽培と同程度かそれ以上の収量が得られる。す

なわち、除草剤は、土壌処理剤を90%程度、形容処理剤は100%削減できる。追肥肥料も100%程度削減できる。しかし、無農薬では、慣行栽培と比較して

収量が減少する傾向があり、雑草の収穫物への混入も増加することから、無農薬栽培は困難である。

2. リビングマルチ

材料及び方法

表5 リビングマルチ草種

品種名	草種	播種量 (kg/10a)
フィア	シロクローバー	3
豆っ子	ヘアリーベッチ	5
百万石	マルチ麦	5
グレートルビー	秋そば	4
てまいらず	マルチ麦	5
ナギナタガヤ	ナギナタガヤ	5
まめ助	ヘアリーベッチ	5

トウモロコシ耕種概要

播種日 H18.4.17

品種名 34N48

播種密度：6667本/10a(条間75cm、株間20cm)

2点播種出芽後間引き

1区画10.5m² 2反復

堆肥3t、苦土石灰150kg、溶燐50kg/10a

施肥(kg/10a) N：P₂O₅：K₂O=10：20：10

追肥(kg/10a) N：P₂O₅：K₂O=5：0：5

リビングマルチ草種は、トウモロコシ播種後条間30cmに播種した。

結果および考察

図4にリビングマルチ草種の生育、図5にリビングマルチが雑草発生量に与える影響を示した。フィアおよびナギナタガヤは、生育が劣り、最高でも20cm程度までしか生育せず、7月以降に枯死した。収穫時における雑草生草重はそれぞれ、167、197g/m²であり、他草種と比較して多くなった。生育が劣ったため、雑草との競合が少なかったためであると考えられる。グレートルビーは、生育が最も旺盛であり、トウモロコシと同程度の生育であり、収穫時まで枯死することがなかった。雑草との競合および被陰により、収穫時における雑草生草重は3g/m²

で、最も少なかったが、トウモロコシとの競合も最も大きかった。ヘアリーベッチ、マルチ麦は初期生育が優れた。マルチ麦は横への広がりが大きく、地表の被覆は最も大きかった。てまいらすが、百万石と比較して、草高は低いものの横への被覆は大きかった。6月8日において、無除草区でリビングマルチ区と比較して雑草発生量が少なくなったが、これは区間のばらつきが生じたためであり、リビングマルチ区で雑草の発生量が増加したためではない。また、無除草区で雑草発生量が少なかったため、雑草同士の競合も少なく、収穫時において雑草発生量が多くなる結果となった。

表6に、リビングマルチが、トウモロコシの収量に与える影響を示した。いずれのリビングマルチ区でも慣行栽培区（除草区）と比較して、収量が減少する傾向があった。特に、生育が旺盛であったグレートルビー、生育の劣ったナギナタガヤの区で収量が劣った。

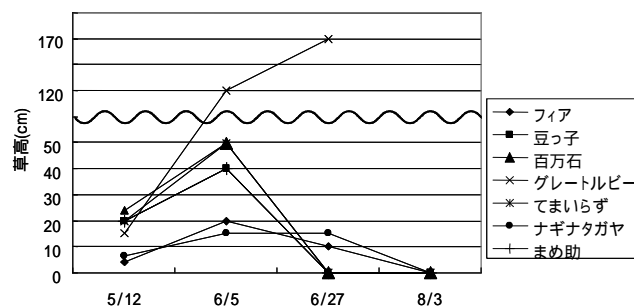


図4 リビングマルチの草高の推移

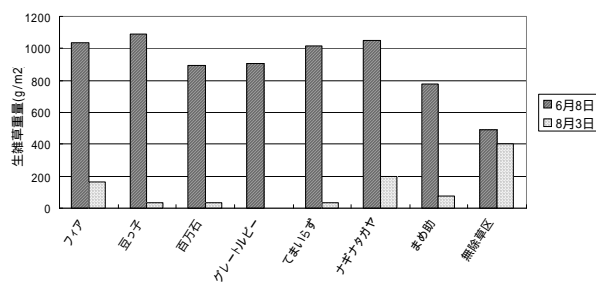


図5 リビングマルチが雑草発生量に及ぼす影響

表6 リビングマルチがトウモロコシの収量に与える影響

品種名	草種	乾物重(kg/a)		
		茎葉	雌穂	総重量
フィア	シロクローバー	96.4	81.2	177.5
豆っ子	ヘアリーベッチ	81.1	85.9	167.0
百万石	マルチ麦	84.2	82.7	167.0
グレートルビー	秋そば	83.4	76.6	160.0
てまいらず	マルチ麦	87.6	87.7	175.3
ナギナタガヤ	ナギナタガヤ	84.2	77.7	161.9
まめ助	ヘアリーベッチ	90.1	79.6	169.7
除草区		103.5	89.1	192.6
無除草区		89.3	88.0	177.3

以上の結果から、以下の結論となった。フィア、ナギナタガヤは、生育が劣り、リビングマルチとしては不適である。秋そばは、生育が旺盛であり、トウモロコシとの競合が大きくなるため、リビングマルチとしては不適である。ヘアリーベッチおよびマルチ麦が春播きのリビングマルチには適しており、特にてまいらずが、被覆が大きく、適していると考えられた。しかし、いずれもリビングマルチでも、初期の雑草抑制効果が無く、トウモロコシの収量が減少していることから、リビングマルチ単独での雑草抑制は困難である。

3. カバークロップ

材料及び方法

カバークロップ耕種概要

草種及び播種量(10a当たり)

ヘアリーベッチ 豆っ子 5kg

エンバク スーパーハヤテ隼 6kg

播種日 H18.10.31 条間30cm

堆肥3t、苦土石灰150kg、溶燐50kg/10a

施肥(kg/10a) N:P₂O₅:K₂O=5:5:5

H19.4.4にフレールモアで刈り払い、地表を覆った。

トウモロコシ耕種概要

播種日 H19.4.6

品種名 スノーデント118

播種密度：6667本/10a(8000本/10a程度になる

ように播種した後、間引いて調整)

1区画14.28m² 3反復 条間70cm
 施肥(kg/10a) N:P₂O₅:K₂O=10:20:10
 播種は不耕起播種機 M社製 PFK-21Kで行った。

結果および考察

図6にカバークロップによる雑草抑制効果を示した。雑草発生本数は、5月11日および6月27日、乾物雑草重量は6月27日に調査した。播種後約1ヶ月の5月11日の雑草発生本数は、耕起無除草区に対して、ヘアリーベッチ区で17.3%、エンバク区で7%であり、高い雑草抑制効果が確認された。雑草最盛期の6月28日は、耕起無除草区に対して、ヘアリーベッチ区で47.1%、エンバク区で31.2%であり、栽培初期ほどの雑草抑制効果は無かった。雑草乾物重については、耕起無除草区に対して、ヘアリーベッチ区で54.9%、エンバク区で40.6%であり、発生本数ほどの抑制効果は無かった。

図7に最も発生の多かったハキダメギクの発生量を示した。ヘアリーベッチ区、およびエンバク区で発生本数は少ないものの、1本当たりの乾物重量は、耕起無除草区に対して、2.5倍~3倍程度であった。カバークロップにより雑草の発生本数は減少するものの、密度が減少することで、1本当たりの雑草重量は増加する結果となった。このため、雑草乾物重量は、発生本数ほどの抑制効果が無い結果となった。

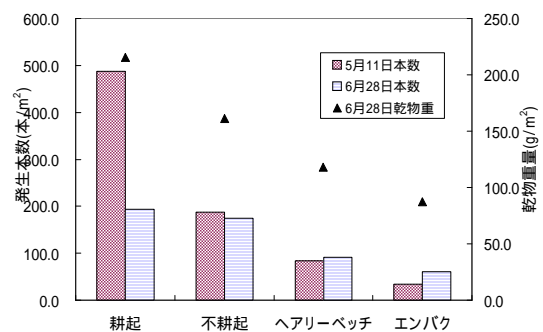


図6 カバークロップが雑草の発生に及ぼす影響

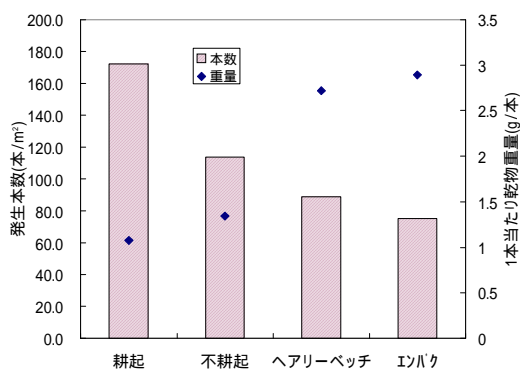


図7 ハキダメギクの発生量

表7にカバークロープがトウモロコシの生育および収量に与える影響を示した。カバークロープ区では耕起無除草区に対して、稈経が有意に太く、その他の区に対しても太くなる傾向があった。乾物重量についても、慣行栽培区（耕起除草区）に対して、多い傾向があった。ヘアリーベッチ区は、豆科植物であるヘアリーベッチからの窒素の移譲効果があったものと考えられる。

表7 カバークロープがトウモロコシの生育及び収量に及ぼす影響

	乾物重量(kg/a)			稈長 (cm)	稈径 (mm)
	総乾物重	雌穂重	茎葉重		
耕起無除草	157.8	56.8	101.0	263.5	23.7a
耕起除草	170.6	60.2	110.4	266.8	25.8
不耕起無除草	163.9	58.4	105.5	268.8	24.9
不耕起除草	176.0	63.4	112.6	265.6	26.6
ヘアリーベッチ	185.6	68.7	116.9	279.3	27.9b
エンバク	177.6	69.5	108.1	269.3	28.7b

除草区はアトラジン・メトラクロール(300ml/10a)により処理した。

(同列異符号間に有意差有 $p < 0.05$ Tukey)

生分解性マルチ、リビングマルチ、およびカバークロープの3つの方法で、トウモロコシの無農薬栽培を検討した。

生分解性マルチは、被覆部分は通常のマルチと同様に、完全に雑草を抑制することが出来るが、播種孔と被覆していない通路が問題となる。播種孔については、土壌処理剤で処理するだけで、雑草の抑制は可能であった。通路については、雑草の収穫物へ

の混入は無いことから、収穫物のみ考えると、除草の必要はない。播種孔のみの除草で、慣行栽培以上の収量を得ることが出来た。しかし、通路を除草しないことで、通路の雑草が結実し、埋土種子の増加につながることから、通路も除草することが望ましい。通路を除草しなければ、慣行栽培と比較して、土壌処理剤を90%、茎葉処理剤を100%、追肥肥料を100%削減できる。しかし、慣行栽培と比較して、10a 当たり資材費のみで27,000円程度増加すること、また、播種作業に係る労力が増加することから、トウモロコシ栽培では実用的な技術でないとする。

リビングマルチは、特に重要な生育初期の雑草抑制効果が無いことから、単独での雑草抑制は困難である。トウモロコシの収量も、いずれのリビングマルチを利用した場合でも減少した。しかし、リビングマルチと雑草との競合、およびリビングマルチによる被陰効果などにより、収穫時までに雑草が枯死することから、収穫物への雑草の混入は減少する。今回利用した草種の中では、初期生育が優れること、地表の被陰が大きいことなどを考えると、マルチ麦、特にてまいらすが有望であった。

カバークロープは、生育初期の雑草抑制効果が高く、トウモロコシの収量も慣行栽培と同程度、又はそれ以上であった。しかし、発生した雑草を抑制することが出来ず、生育とともに雑草の発生量が増加した。初期の雑草を抑制していることから、トウモロコシの収量への影響はなかったが、雑草密度が減少することで、雑草1本当たりの重量は増加し、収穫時においても雑草が枯死しない結果となった。ヘアリーベッチのカバークロープでは、窒素委譲効果により、トウモロコシの増収効果も期待できる。

以上の結果から、カバークロープを利用して、生育初期の雑草を抑制し、リビングマルチを利用して生育期の雑草を抑制することで、初期及び生育時の雑草を抑制することが可能であるとする。トウモロコシの収量については、ヘアリーベッチの窒素委譲効果を利用することで、リビングマルチによるトウモロコシの減収を抑制することが出来るとする。

現在、人間が直接食する野菜や果樹については、無～減農薬栽培が求められており、動物を介して人

間に消費される飼料作物についても、そのような安全、安心が求められる時期が来ていると考える。食物については、害虫による食害などの影響が大きいが、飼料作物は、大きな被害でなければ問題はなく、雑草についても、飼料作物の減収要因でなく、家畜中毒性のある雑草や嗜好性を低下させる雑草でなければ、収穫物へのある程度の混入は問題ないと考える。無農薬栽培では、除草剤体系ほど雑草を抑制することは困難であり、土壌中の埋土種子の増加、収穫物への雑草の混入、およびトウモロコシの収量など、様々な問題があるが、食への安全性に対応するために、折り合いを付けながら可能な技術を開発していかなければならない。

参考文献

小林浩幸 他. 冬作オオムギをカバークロップとして用いた不耕起ダイズ栽培において狭畦化と除草処理が雑草量とダイズの収量に及ぼす影響. 雑草研究 (2005)50: 284-291

魚住順、出口新、伏見昭秀. 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. 東北農研研報(2004)102:93-100

山井英喜、春日政夫、青山達也、小川和雄、吉田宣夫. 生育促進と雑草防除をねらいとした飼料用トウモロコシのマルチ栽培技術の確立. 埼玉農総研研報(2005)(4):123-128