

中央農業総合研究センター研究報告 第16号（平成23年3月）別刷

*Reprinted from* BULLETIN OF THE NATIONAL AGRICULTURAL  
RESEARCH CENTER No.16 (March, 2011)

## エダマメの早期直播栽培技術の確立

# **Establishing a Cultivation Technology for Green Soybeans Using Early-Direct Sowing**

片山勝之・細野達夫・細川 寿

Katsuyuki Katayama, Tatsuo Hosono and Hisashi Hosokawa

独立行政法人 農業・食品産業技術総合研究機構  
中央農業総合研究センター  
茨城県つくば市

NATIONAL AGRICULTURAL RESEARCH CENTER  
NATIONAL AGRICULTURE AND FOOD RESEARCH ORGANIZATION  
Tsukuba, Ibaraki 305-8666, Japan

# エダマメの早期直播栽培技術の確立

片山勝之\*・細野達夫\*・細川 寿\*

## 目 次

I はじめに	1	V 摘要	11
II 材料と方法	2	VI 引用文献	12
III 結果	4	VII Summary	15
IV 考察	9		

## I. はじめに

水稲作が中心の北陸地域では、転作作物としてダイズ、オオムギが主要品目であるが、米価低迷の中、収益確保のためにはエダマメなどの高収益作物を水田転換畑に導入していく複合経営が望まれる。新潟県はエダマメの栽培面積が1580haと全国で1番目、収穫量は6640tと千葉県、山形県に次いで全国で3番目に多い<sup>(15)</sup>。新潟県の慣行直播栽培の作型は5月中旬以降から播種され、8月中旬以降収穫される<sup>(14)</sup>。9月上旬には水稲収穫作業と作業競合することから、複合経営農家が直播栽培でエダマメを導入するには出荷期間が短く単価も低いため容易でない。しかし、播種期を前進化することにより出荷時期を早めることができれば、出荷期間の長期化のみならず、高単価も期待できるため水田複合経営農家にとってエダマメを導入しやすいと考えられる。また、エダマメは食味・食感等の品質面から、収穫適期の幅は品種によって異なるものの2～7日と短い<sup>(2)</sup>。このように収穫適期が短く、エダマメの出荷の収穫・調整は作業能率が低いため、大面積での播種時期を限定した栽培は不可能であり、多様な作型での栽培計画を立てる必要がある。

新潟県やJAえちご上越の指導によると8月上旬以前に収穫される作型は早生種、中早生種および中生種の移植栽培がある<sup>(2,14)</sup>。この移植栽培では、移植時期が5月上旬までは黒色のポリエチレン製マルチ用フィルム（以下ポリマルチで略称）で畝を被覆

するのが一般的である<sup>(14)</sup>。しかし、水田複合経営農家においてエダマメを導入する場合、エダマメの移植作業は水稲の育苗管理や移植作業と重なり、作業競合が起きることから直播栽培による省力化が求められている。新潟県におけるエダマメの直播栽培は低温による出芽遅延を回避するために、日平均気温の平年値が15℃以上になる5月中旬以降に行うことが指導されている<sup>(14)</sup>。しかし、羽田野は、スリット入りマルチと貼付マルチを併用するならば、新潟県においても4月1日からの直播栽培が可能であることを示した<sup>(4)</sup>。細野らもポリマルチ等による被覆が地温の上昇や土壌の乾燥抑制により4月下旬の播種においても出芽・苗立ちの安定化に有効であることを明らかにしており<sup>(6)</sup>、エダマメの直播栽培の播種期前進化の可能性は高い。

一方、細川らは重粘土壌での湿害回避に関する一連の研究においてアップカットロータリによる耕うんと同時に畝立て・有孔ポリマルチ被覆・播種作業を行う作業技術を開発した<sup>(5)</sup>。また、片山らは追肥作業の省力化のために、緩効性肥料を用いた全量元肥栽培試験を行い、莢乾物重や商品収量（A品重）が慣行栽培と同等であることを報告しており<sup>(8)</sup>、水田複合経営農家に導入ができる省力的なエダマメ直播栽培の可能性が示されている。

このように、被覆資材がエダマメの出芽に及ぼす影響を明らかにして、一工程作業機による播種作業

の省力化技術を開発してきたが、重粘土転換畑において従来、移植栽培が行われる作期にエダマメを直播栽培した場合の生育特性、収量特性、有効性についての報告はほとんど見あたらない。そこで、本研究では、7月中旬～8月上旬までに出荷が可能なエダマメの早期直播栽培による省力的安定生産技術の確立と本技術を採り入れて8月下旬までの長期的で継続的な出荷体系の提示を目的として以下の試験を実施した。

継続出荷体系の策定のために、2006～2008年に上越地域で代表的な早生種、中早生種、中生種および中晩生種を用いて、新潟県が指導している播種期<sup>(14)</sup>よ

りも早い時期から直播による作期試験を行い、生育や収量特性のデータの蓄積を行った。2008年と2009年には早期直播栽培の省力的安定生産技術の確立のために被覆資材の選定を行った。その結果、最も有望と考えられた黒色ポリマルチを使って早期直播栽培の省力的安定生産技術について実証試験を行った。

本研究は、農林水産省の「新たな農林水産政策を推進する実用技術開発事業」（課題名「北陸特有の環境条件に即した野菜安定生産技術の開発」課題番号18015、平成18～20年度）および農研機構運営費交付金（平成18～21年度）により行われた。

## II. 材料と方法

### 1. 栽培条件

#### 1) 播種日がエダマメの生育および収量特性に及ぼす影響

北陸研究センター内の重粘土水田転換畑圃場（強粘質グライ低地土、転換7年～9年目）において試験を行った。2006年は茶豆風味をもつ湯あがり娘（中早生種、カネコ種苗）、新潟茶豆（中生種、JA全農にいがた）および庄内茶豆5号（中晩生種、佐藤政行種苗）を、2007年と2008年にはこれら3品種に茶豆の滝姫（早生種、柳川採種研究会）を加えて供試した。播種時期は、2006年は4月28日、5月12日、5月26日、6月9日の4時期、2007年は、5月10日、5月24日、6月7日の3時期、2008年は、5月8日、5月16日、5月27日、6月5日、6月17日、6月30日の6時期とした。但し、2008年の試験区において滝姫は6月5日迄、湯あがり娘は5月16日迄、庄内茶豆5号は5月27日以降播種した。施肥量は上越地域の栽培指針<sup>(13)</sup>に従った。堆肥は試験前年秋季に2,000g/m<sup>2</sup>、播種2週間前に苦土石灰120g/m<sup>2</sup>およびなたね粕を80g/m<sup>2</sup>施用した。播種前日に基肥として、滝姫と湯あがり娘には「早生えだまめ専用肥料」（成分含有量N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O-MgOの順に8-15-15-1%）を80g/m<sup>2</sup>、新潟茶豆と庄内茶豆5号には「中生・晩生えだまめ専用肥料」（成分含有量N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O-MgOの順に5-15-15-2%）を40g/m<sup>2</sup>施用した。追肥として開花期に「窒素加里化成E989号」（成分含有量N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>Oの順に18-0-18%）を20g/m<sup>2</sup>、収穫前7日に尿素を5g/m<sup>2</sup>施用した。m<sup>2</sup>当

りの各成分の施用量は、合計でN、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>、K<sub>2</sub>Oそれぞれ11.9g、7.6g、10.4gとなった。播種前日に改良型アップカットロータリ（松山（株）、PU1705H）で、畝幅75cm、畝高約20cmの畝を成型した。播種は畝表面より深さ3cmに株当たり2粒ずつ手播きした。滝姫および湯あがり娘の栽植密度は6.7株/m<sup>2</sup>、新潟茶豆と庄内茶豆5号は5.6株/m<sup>2</sup>とした。2006年4月28日播種と2007年5月10日播種は、長繊維不織布（パオパオ90、MKVプラテック（株））を、畝面に直接かけ（べたがけ処理）、出芽3週間後に取り除いた。1区面積は15m<sup>2</sup>で反復無しとした。

#### 2) ポリマルチ資材と直播・移植の差異がエダマメの生育および収量特性に及ぼす影響

北陸研究センター内の重粘土水田転換畑圃場（転換3年目～4年目）で試験を実施した。被覆資材として、透明ポリマルチ（透明有孔ポリマルチ、丸井加工（株）、幅150cm、株間20cm、条間40cm、穴径6cm、2条、厚さ0.02mm）、黒色ポリマルチ（黒色有孔ポリマルチ、会社名と仕様は透明有孔ポリマルチと同様）およびべたがけ用に長繊維不織布（パオパオ150、MKVプラテック（株）、幅150cm、長さ200m）を用いた。試験設定において2008年は透明ポリマルチ直播区、黒色ポリマルチ直播区、べたがけ直播区、無マルチ直播区および黒色ポリマルチ移植（慣行）区とし、2009年は黒色ポリマルチ直播区、無マルチ直播区および黒色ポリマルチ移植（慣行）区とした。滝姫と湯あがり娘を供試し、2008年

4月23日および2009年4月21日に播種した。施肥量は慣行法<sup>(13)</sup>に従い、施肥法および施肥量は1)の播種試験に準じた。ただし、透明ポリマルチ直播区、黒色ポリマルチ直播区では、追肥作業を省力化するために基肥に被覆尿素を施用する全量基肥とした。被覆尿素的選定にあたり、Haraの被覆尿素からの溶出予測モデルを利用した<sup>(3)</sup>。追肥と同等の窒素、カリ成分量とするために、「被覆尿素LPコートS40」を $9\text{g}/\text{m}^2$ 、「被覆尿素LPコートS60」を $5.8\text{g}/\text{m}^2$ および「塩化加里」を $7.2\text{g}/\text{m}^2$ を基肥として施用した。

透明ポリマルチ直播区、黒色ポリマルチ直播区および黒色ポリマルチ移植区は改良型アップカッターロータリ（松山（株）、PU1705H）に平高マルチ作業機（鋤柄農機、PHM-A-14）を装着して、畝幅150cm、畝高約20cmの平高畝を成型した。べたがけ区と無マルチ区は平高マルチ作業機からポリマルチを取り外して畝形成した。べたがけ直播区では長繊維不織布を手作業で畝面に直接被覆し、出芽3週間後に取り除いた。

直播区における播種は深さ3cmに株当たり2粒ずつ手播きした。滝姫は一株2本立て、湯あがり娘は播種後3週間目に1本立てとした。滝姫の栽植密度は $13.3\text{本}/\text{m}^2$ 、湯あがり娘は $6.7\text{本}/\text{m}^2$ とした。また、黒色ポリマルチ移植区では、直播区と同一日に育苗トレイ（128穴）に1穴当たり1粒播種し、無加温の温室内で3週間育苗した。苗を黒色ポリマルチで被覆した畝に、直播栽培と同一栽植密度で移植した。移植栽培のみ活着するまで如露による灌水を行った。処理1区当たりの面積は $22.5\text{m}^2$ で、3反復とした。

### 3) 黒色ポリマルチと耕うん同時畝立てマルチ展張播種作業機を用いた早期直播栽培技術の実証試験

#### (1) 場内試験

北陸研究センター内の重粘土水田転換畑圃場（転換10年目および11年目）を使用して、2008年は湯あがり娘、2009年は茶豆風味のおつな姫（早生種、サカタ種苗）を供試し、試験区として黒色ポリマルチ直播区と無マルチ直播区の2処理を設定した。

基肥は「早生えだまめ専用肥料」を1)の播種試験に準じて施用した。黒色ポリマルチ直播区の追肥

のみは、2)のポリマルチ試験に準じた。

2008年5月3日および2009年5月8日に黒色ポリマルチ直播区では、耕うん同時マルチ展張播種作業機（アップカッターロータリ作業機にマルチ展張播種作業機（アグリテクノ矢崎、AMS-201RWH）を装着した作業機）により、黒色ポリマルチ（黒色有孔ポリマルチ、丸井加工（株）、幅150cm、株間20cm、条間40cm、穴径6cm、2条、厚さ0.02mm）被覆した畝成型と播種を一工程で行った。播種機は目標播種深度を3cm、株当たり播種量を湯あがり娘は1粒、おつな姫は2粒に設定した。無マルチ直播区は、本作業機で播種後、ポリマルチを除去して設定した。

湯あがり娘の栽植密度は $6.7\text{本}/\text{m}^2$ 、おつな姫は $13.3\text{本}/\text{m}^2$ とした。場内試験の処理1区当たりの面積は $75\text{m}^2$ とし、3反復とした。

#### (2) 現地試験

2008年5月3日に上越市内の農事組合法人において、新潟茶豆を供試し、試験区としては黒色ポリマルチ直播区と無マルチ直播区の2処理を設定した。「中生・晩生えだまめ専用肥料」を1)の播種試験に準じて施用した。黒色ポリマルチ直播区の追肥のみは、2)のポリマルチ試験に準じた。

黒色ポリマルチ直播区、施肥法および施肥量は2)のポリマルチ試験に準じ全量基肥とした。(1)と同様の耕うん同時マルチ展張播種作業機により、黒色ポリマルチ（黒色有孔ポリマルチ、丸井加工（株）、幅150cm、株間25cm、条間40cm、穴径6cm、2条、厚さ0.02mm）被覆した畝成型と播種を一工程で行った。播種機は目標播種深度を3cm、株当たり播種量を1粒に設定した。栽植密度は $5.3\text{本}/\text{m}^2$ とした。無マルチ直播区は、本作業機で播種後、ポリマルチを除去して設定した。マルチ直播区は面積は $285\text{m}^2$ 、無マルチ直播区は $15\text{m}^2$ とし、反復無しとした。

## 2. 調査項目

子葉が地上に露出した時点で出芽とし、出芽が確認できた株数を調査し、播種した株数に対する割合を出芽率とした。開花日は全体の株の5割が開花に達した時とした。収穫日は株当たりの莢の5割の莢厚が滝姫と新潟茶豆は8mm、湯あがり娘と庄内茶

豆5号は9mmに達した時とした<sup>(13)</sup>。

試験2)では、1区当たり平均的な6株を、滝姫では播種後36日、44日(開花日)、71日、82日(収穫日)、湯あがり娘では播種後36日、47日(開花日)、72日、90日(収穫日)に地際から地上部を採取して生育調査を行った。調査後の株は80℃で3日間乾燥して乾物重を測定した。

収量調査は1区当たり1畝×1m(1.5m<sup>2</sup>)を刈取り、主茎長、莢収量の調査を行った。また、JAで

作成された新潟県青果物検査協会・農協・経済連の出荷規格に従い、薄莢、病・虫害による被害莢、黄・茶色等の変色莢や変形莢を除いた2・3粒莢の莢収量を商品収量とした。収量調査跡の雑草も刈取り、80℃で3日間乾燥して乾物重を測定した。

生育期間中の気温は北陸研究センター内に設置されている気象観測装置で測定されたデータを用いた。

### Ⅲ 結果

#### 1. 旬別平均気温

表1に2006年から2009年までの4年間の4月中旬から9月中旬までの旬別平均気温を示した。平年値と比較すると2006年と2009年の4月下旬は2℃以上低温だったが、5月上旬は4年とも1.5～2.4℃高く、直播栽培が可能な15℃以上<sup>(14)</sup>であった。

#### 2. 播種日がエダマメの生育および収量特性に及ぼす影響

表2にエダマメ4品種の播種日が出芽日、出芽日数、開花日、出芽から開花迄の日数、収穫日、開花から収穫日迄の日数および生育日数に及ぼす影響について示した。2007年4月28日と5月10日の播種時にはべたがけ処理をしたので、これらを除くと、滝姫の収穫期は7月31日～8月16日、湯あがり娘は8月6日～16日、新潟茶豆は8月9日～30日、庄内茶豆5号は8月21日～9月11日となった。全ての品種で播種日が遅くなるにつれて、播種後の生育日数は短くなる傾向にあった。これは、早播に比べて遅播程出芽迄の日数が短くなったことや新潟茶豆や庄内茶豆5号では出芽から開花までの日数も短

くなったことによる。

一方、べたがけした播種区の出芽日数は、不織布の保温効果により無被覆の5月中旬播種区に比べて2～3日短くなったが、出芽後の生育日数は短くならなかった。

直播栽培で8月上旬までの収穫が可能な品種と播種日は、滝姫が6月5日播種まで、湯あがり娘が5月16日播種まで、新潟茶豆が5月8日播種までであった。

表3にエダマメ4品種の播種日が主茎長、地上部乾物重、莢乾物重、莢数、莢収量に及ぼす影響を示した。主茎長はいずれの品種も播種日が遅いほど短くなる傾向にあった。一方、4品種のべたがけ処理区を除いた6月上旬以前の播種時期による地上部乾物重、莢乾物重、莢数および莢収量の違いは判然としなかった。また、6月中旬以降に播種した新潟茶豆や庄内茶豆5号の地上部乾物重、莢乾物重、莢数および莢収量は、6月上旬以前に播種した場合よりも低かった。ここで、べたがけ処理区も含めれば、4月28日播種の湯あがり娘や5月10日播種の滝姫と庄内茶豆5号で高収量が得られる場合も認められ

表1 2006年～2009年の旬別平均気温

	旬	4月			5月			6月			7月			8月			9月		
		中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中		
平均気温 (℃)	2006年	12.0	11.3	16.5	16.7	18.7	18.9	21.2	22.3	22.6	23.6	23.6	26.9	28.4	26.0	24.0	21.7		
	2007年	10.5	13.0	16.6	15.5	17.9	19.7	21.4	21.7	21.9	23.1	23.0	27.9	28.2	24.6	25.4	25.2		
	2008年	12.0	13.5	17.4	15.8	18.9	18.8	19.9	21.4	24.6	25.5	26.6	26.8	25.5	24.1	24.3	23.8		
	2009年	12.7	11.9	17.0	16.3	18.5	19.9	19.8	24.6	22.9	24.7	23.8	24.5	25.5	23.6	22.5	19.7		
	平年値	11.1	14.0	15.0	16.0	17.5	19.2	20.5	21.5	22.8	23.7	26.2	26.0	26.0	25.5	23.6	21.8		

注) 気温は北陸研究センターの気象観測装置で測定されたデータを利用した。平年値は、1973年～2000年の新潟県上越市高田で測定された平均値で示した(気象庁)。

表2 供試したエダマメ4品種の播種日が、出芽日、出芽日数、開花日、出芽～開花迄日数、収穫日、開花～収穫迄日数および生育日数に及ぼす影響。

品種	年	播種日	出芽日	出芽日数	開花日	出芽～開花迄日数	収穫日	開花～収穫迄日数	生育日数	
滝姫	2007	5/10*	5/20	10	6/24	35	7/30	36	81	
		5/24	6/ 5	12	7/ 6	31	8/ 9	33	77	
		6/ 7	6/13	6	7/14	31	8/16	33	70	
	2008	5/ 8	5/24	16	6/27	34	7/31	34	84	
		5/16	5/27	11	7/ 2	36	8/ 5	34	81	
		5/27	6/ 6	10	7/ 9	33	8/10	32	75	
		6/ 5	6/12	7	7/12	30	8/10	29	66	
	湯あがり娘	2006	4/28*	5/10	12	6/17	38	7/31	44	94
5/12			5/24	12	6/29	36	8/ 6	38	86	
5/26			6/ 7	12	7/10	33	8/11	32	77	
6/ 9			6/16	7	7/13	27	8/14	32	66	
2007		5/10*	5/16	6	6/28	43	8/ 5	38	87	
		5/24	6/ 6	13	7/ 6	30	8/10	35	78	
		6/ 7	6/14	7	7/13	29	8/16	34	70	
2008		5/ 8	5/23	15	6/27	35	8/ 8	42	92	
		5/16	5/27	11	7/ 2	36	8/10	39	86	
新潟茶豆		2006	4/28*	5/11	13	6/25	45	7/31	36	94
			5/12	5/27	15	7/ 4	38	8/11	38	91
			5/26	6/ 7	12	7/ 3	26	8/13	41	79
	6/ 9		6/16	7	7/17	31	8/17	31	69	
	2007	5/10*	5/23	13	7/ 1	39	8/ 2	32	85	
		5/24	6/ 6	13	7/10	34	8/13	34	81	
		6/ 7	6/14	7	7/17	33	8/19	33	73	
	2008	5/ 8	5/24	16	7/ 6	43	8/ 9	34	93	
		5/16	5/27	11	7/ 8	42	8/11	34	87	
		5/27	6/ 7	11	7/13	36	8/13	31	78	
		6/ 5	6/13	8	7/16	33	8/16	31	72	
		6/17	6/23	6	7/24	31	8/23	30	67	
		6/30	7/ 5	5	7/29	24	8/30	32	61	
	庄内茶豆5号	2006	4/28*	5/11	13	7/ 5	55	8/18	44	112
			5/12	5/27	15	7/12	46	8/21	40	101
			5/26	6/ 7	12	7/22	45	8/25	34	91
			6/ 9	6/16	7	7/26	40	8/31	36	83
		2007	5/10*	5/21	11	7/10	50	8/22	43	104
5/24			6/ 7	14	7/16	39	8/26	41	94	
6/ 7			6/14	7	7/24	40	8/30	37	84	
2008		5/27	6/ 8	12	7/19	41	8/28	40	93	
		6/ 5	6/12	7	7/22	40	8/31	40	87	
		6/17	6/24	7	7/30	32	9/ 6	38	81	
		6/30	7/ 6	6	8/ 4	29	9/11	38	73	

注) \*: べたがけ処理

表3 供試したエダマメ4品種の播種日が主茎長、地上部乾物重、莢乾物重、莢数および莢収量に及ぼす影響.

		播種日	主茎長 (cm)	地上部乾物重 (g/m <sup>2</sup> )	莢乾物重 (g/m <sup>2</sup> )	莢数 (莢/m <sup>2</sup> )	莢収量 (g/m <sup>2</sup> )	
滝姫	2007	5/10*	31.1	298	176	363	691	
		5/24	28.9	258	155	334	609	
		6/ 7	23.6	249	152	320	598	
	2008	5/ 8	30.9	295	171	371	673	
		5/16	30.9	310	180	364	707	
		5/27	25.5	290	174	365	684	
		6/ 5	25.2	277	169	355	664	
	湯あがり娘	2006	4/28*	40.1	340	202	346	789
			5/12	36.6	320	189	310	737
5/26			35.6	260	159	261	619	
6/ 9			31.7	258	158	260	617	
2007		5/10*	39.0	340	200	292	720	
		5/24	34.4	270	165	280	642	
		6/ 7	30.9	275	168	276	657	
2008		5/ 8	37.9	345	201	330	784	
		5/16	37.3	340	204	351	794	
新潟茶豆		2006	4/28*	49.0	358	188	419	713
			5/12	39.1	428	211	470	800
			5/26	36.4	347	183	408	694
			6/ 9	35.2	352	183	408	694
		2007	5/10*	51.0	394	195	413	739
			5/24	39.8	392	193	416	733
	6/ 7		36.3	399	203	414	730	
	2008	5/ 8	50.0	487	228	497	864	
		5/16	41.3	449	220	503	834	
		5/27	38.0	428	216	469	818	
		6/ 5	36.7	415	211	439	800	
		6/17	34.4	347	183	408	694	
		6/30	33.6	329	175	409	663	
	庄内茶豆5号	2006	4/28*	67.3	530	224	439	801
			5/12	63.8	492	232	441	843
5/26			48.8	458	218	400	780	
6/ 9			45.5	450	213	426	762	
2007		5/10*	59.6	560	240	430	858	
		5/24	48.8	480	225	449	805	
		6/ 7	45.1	454	215	416	769	
2008		5/27	48.9	500	232	444	830	
		6/ 5	45.9	490	229	454	820	
		6/17	45.8	420	199	382	712	
		6/30	41.6	405	192	346	687	

注) \* : べたがけ処理.

たことから、資材利用が有効となる可能性が示された。

### 3. ポリマルチ資材と直播・移植の差異がエダマメの生育および収量特性に及ぼす影響

表4にマルチ資材と直播・移植の差異が滝姫と湯あがり娘の出芽日、出芽率、開花日および収穫日に及ぼす影響を示した。両品種ともに出芽日は、無マルチ直播区に比べて透明ポリマルチ直播区で3日、黒色ポリマルチ直播区で2日、べたがけ直播区で2日促進された。次に出芽率は両品種とも透明ポリマルチ直播区、黒色ポリマルチ直播区が無マルチ直播区よりも有意に高かった。べたがけ直播区の出芽率は透明ポリマルチ区よりも有意に下回ったが、無マルチ直播区と同等ないし有意に上回る値を示した。

滝姫の開花日は無マルチ直播区に比べて透明ポリマルチ直播区で5日、黒色ポリマルチ直播区で4日、べたがけ直播区で3日、黒色ポリマルチ移植区で3～7日促進された。一方、湯あがり娘の開花日は無マルチ直播区に比べて透明ポリマルチ直播区で3日、黒色ポリマルチ直播区で1～3日、べたがけ直播区で1日、黒色ポリマルチ移植区で0～3日促進された。

滝姫の収穫日は7月中・下旬となり、無マルチ直播区に比べて透明ポリマルチ直播区で5日、黒色ポリマルチ直播区で2～3日、べたがけ直播区で2日、黒色ポリマルチ移植区で2～4日促進された。一方、湯あがり娘の収穫日は7月中・下旬となり、無マルチ直播区に比べて、黒色ポリマルチ直播区で1日、黒色ポリマルチ移植区で2日促進されたが、透明ポリマルチ直播区とべたがけ直播区では促進効果は認められなかった。なお、透明ポリマルチ直播区は生育旺盛になり、収穫期前に倒伏が認められた。

表5に資材と直播・移植の差異が滝姫と湯あがり娘の収穫期における主茎長、地上部乾物重、莢数、莢収量、商品収量および雑草乾物重に及ぼす影響について示した。主茎長は両品種ともに透明ポリマルチ区が他の処理区よりも有意に長く、黒色ポリマルチ移植区が有意に短かった。地上部乾物重は、両品種ともに透明ポリマルチ直播区が他の処理区よりも有意に高く、黒色ポリマルチ直播区はべたがけ直播区、無マルチ直播区および黒色ポリマルチ移植区よりも有意に高かった(表5)。

莢乾物重および莢収量に関しては、両品種ともに透明ポリマルチ区と黒色ポリマルチ区がべたがけ直播区、無マルチ直播区および黒色ポリマルチ移植区よりも有意に高かった。滝姫と湯あがり娘の莢数と

表4 マルチ資材と直播・移植の差異が滝姫と湯あがり娘の出芽日、出芽率、開花日および収穫日に及ぼす影響。

品種	年次	処理区*	播種日	出芽日	出芽率(%)**	開花日	収穫日
滝姫	2008	透マ直播	4/24	5/ 2	91.5 c	6/ 7	7/11
		黒マ直播	4/24	5/ 3	89.2 b	6/ 8	7/13
		べた直播	4/24	5/ 3	88.2 b	6/ 9	7/14
		無マ直播	4/24	5/ 5	84.6 a	6/12	7/16
		黒マ移植	4/24	5/ 2	—	6/ 9	7/14
	2009	黒マ直播	4/21	5/ 3	87.6 b	6/11	7/19
		無マ直播	4/21	5/ 5	82.3 a	6/15	7/21
		黒マ移植	4/21	4/29	—	6/ 8	7/17
	湯あがり娘	2008	透マ直播	4/24	5/ 2	93.4 b	6/10
黒マ直播			4/24	5/ 3	96.3 c	6/12	7/18
べた直播			4/24	5/ 3	89.7 a	6/12	7/19
無マ直播			4/24	5/ 5	89.8 a	6/13	7/19
黒マ移植			4/24	5/ 2	—	6/13	7/17
2009		黒マ直播	4/21	5/ 3	95.7 b	6/12	7/22
		無マ直播	4/21	5/ 5	89.3 a	6/15	7/23
		黒マ移植	4/21	4/29	—	6/12	7/21

注) \*：透マ直播，黒マ直播，べた直播，無マ直播，黒マ移植はそれぞれ透明ポリマルチ直播区，黒色ポリマルチ直播区，べたがけ直播区，無マルチ直播区，黒色ポリマルチ移植区の略称で，以降の表の処理区はこの略称で統一。

\*\*：同一英小文字は処理区間に5%水準で有意差が無いことを示す(Tukey法)。



表5 マルチ資材と直播・移植の差異が滝姫と湯あがり娘の収穫期における地上部乾物重、莢乾物重、莢数、莢収量、商品収量および雑草乾物重に及ぼす影響。

品種	年次	処理区	主茎長 (cm)	地上部乾物重 (g/m <sup>2</sup> )	莢乾物重 (g/m <sup>2</sup> )	莢数 (莢/m <sup>2</sup> )	莢収量 (g/m <sup>2</sup> )	商品収量 (g/m <sup>2</sup> )	雑草乾物重 (g/m <sup>2</sup> )
滝姫	2008	透マ直播	32.1 c	435 c	217 b	419 c	852 c	648 c	305 d
		黒マ直播	28.5 b	359 b	214 b	407 c	837 c	641 c	3 a
		べた直播	27.4 b	305 a	182 a	355 b	726 b	535 b	35 c
		無マ直播	27.4 b	295 a	177 a	340 b	670 a	483 a	20 b
		黒マ移植	20.0 a	284 a	174 a	328 a	672 a	552 b	4 a
	2009	黒マ直播	29.5 b	367 b	195 b	399 b	767 b	591 c	1 a
		無マ直播	27.1 b	294 a	169 a	338 a	665 a	511 a	17 b
		黒マ移植	18.1 a	304 a	177 a	345 a	672 a	537 b	5 a
湯あがり娘	2008	透マ直播	47.9 d	615 d	246 c	406 c	937 d	695 c	157 d
		黒マ直播	39.0 c	524 c	244 c	397 c	942 d	684 c	5 a
		べた直播	34.1 b	420 b	211 a	332 a	825 b	622 b	32 c
		無マ直播	33.7 b	401 b	210 a	323 a	760 a	569 a	18 b
		黒マ移植	25.6 a	376 a	227 b	356 b	915 c	688 c	5 a
	2009	黒マ直播	41.9 c	472 b	231 c	385 c	946 c	714 c	8 a
		無マ直播	35.0 b	407 a	211 a	327 a	780 a	552 a	24 b
		黒マ移植	26.8 a	384 a	221 b	356 b	912 b	673 b	5 a

注) 同一英小文字は処理区間に5%水準で有意差が無いことを示す(Tukey法)。

表6 耕うん同時畝立てマルチ展張直播作業機で播種を行ったエダマメの生育および収量に対するポリマルチ資材の効果。

品種	処理区	出芽日	出芽率 (%)	収穫日	収穫期					
					地上部乾物重 (g/m <sup>2</sup> )	主茎長 (cm)	莢数 (莢/m <sup>2</sup> )	莢収量 (g/m <sup>2</sup> )	商品収量 (g/m <sup>2</sup> )	雑草乾物重 (g/m <sup>2</sup> )
湯あがり娘 (2008年)	黒マ直播	5/16	86.4	8/5	465	47.9	360	944	771	2.6
	無マ直播	5/21	64.9	8/7	359	25.2	291	695	568	47.9
	有意差		**		**	**	**	**	**	**
おつな姫 (2009年)	黒マ直播	5/21	92.2	7/29	375	26.7	436	860	487	1.1
	無マ直播	5/23	73.6	7/31	268	25.2	338	655	388	53.3
	有意差		**		**	ns	**	**	**	**

注) \*\*: 1%水準で有意差有り. ns: 有意差無し(t検定)。

莢収量との相関係数はそれぞれ0.968と0.895となり、1%水準で有意な正の相関関係が認められ、莢数が多いほど莢収量は増大した。このことは、莢数が多くても一莢重が大きく変化しなかったことを意味しており、収穫物の外部品質面からも重要なことを示唆している。また、両品種ともに黒色ポリマルチ移植区の商品収量が無マルチ直播区に比べて有意に高かった。これは黒色ポリマルチ移植区の2・3粒莢の割合が高かったことによる。

雑草乾物重は透明ポリマルチ区が他の処理区に比べて顕著に高く、黒色ポリマルチ直播区と黒色ポリマルチ移植区において少なかった。

#### 4. 黒色ポリマルチと耕うん同時畝立てマルチ展張播種作業機を用いた早期直播栽培技術の実証試験

表6に耕うん同時畝立てマルチ展張直播作業機で播種を行ったエダマメの生育および収量に対するポリマルチ資材の効果を示した。湯あがり娘は8月上旬、おつな姫は7月下旬が収穫日であった。湯あがり娘もおつな姫も無マルチ直播区よりも黒色ポリマルチ直播区において出芽日、収穫日とも2日程度促進された。出芽率は両品種ともに黒色ポリマルチ直播区が無マルチ直播区よりも有意に高かった。主茎長に関して、湯あがり娘は黒色ポリマルチ直播区が

表7 現地実証圃における耕うん同時畝立てマルチ展張直播作業機で播種を行ったエダマメの生育および収量.

品種	処理区	出芽日	出芽率 (%)	収穫日	収穫期					
					地上部乾物重 (g/m <sup>2</sup> )	主茎長 (cm)	莢数 (莢/m <sup>2</sup> )	莢収量 (g/m <sup>2</sup> )	商品収量 (g/m <sup>2</sup> )	雑草乾物重 (g/m <sup>2</sup> )
新潟茶豆 (2008年)	黒マ直播	5/11	90.4	8/5	457	44.6	445	871	678	23
	無マ直播	5/14	86.4	8/7	315	39.4	334	610	488	425

無マルチ直播区に比べて有意に長かったが、おつな姫は処理間に有意差は認められなかった。また、両品種ともに地上部乾物重、莢数、莢収量、商品収量は黒色ポリマルチ直播区が無マルチ直播区よりも有意に高かった。一方、雑草乾物重は黒色ポリマルチ直播区が無マルチ直播区よりも有意に少なかった。

表7に現地実証圃における耕うん同時畝立てマルチ展張直播作業機で播種を行ったエダマメの生育

および収量を示した。新潟茶豆の収穫日は8月上旬であった。黒色ポリマルチ直播区が無マルチ直播区に比べて、出芽日が3日、収穫日が2日促進された。また、黒色ポリマルチ直播区が無マルチ直播区に比べて、出芽率、収穫日の地上部乾物重、主茎長、莢数、莢収量、商品収量が高かったが、雑草乾物重は少なかった。

## IV 考察

エダマメ4品種の播種日と収穫日の関係から、8月上旬までに収穫が可能な播種日は、滝姫が6月5日まで、湯あがり娘が5月16日まで、新潟茶豆が5月8日までであった(表2)。これらの結果から、滝姫、湯あがり娘と新潟茶豆を用いて5月上旬以前に直播栽培を実施すれば、8月上旬迄に収穫が可能なが明らかになった。しかし、新潟県におけるエダマメの直播栽培は低温による出芽遅延を回避するために、日平均気温の平年値が15℃以上になる5月中旬以降に行うことが指導されている<sup>(14)</sup>。一方、細野らはポリマルチ等による被覆が4月下旬の播種においても出芽・苗立ちの安定化に有効であることを明らかにしている<sup>(6)</sup>。

ポリマルチによる作物の生育促進の要因として低温時の地温上昇効果<sup>(17)</sup>が知られている。本試験においてもポリマルチによる出芽促進および高い出芽率が認められた。細野ら<sup>(6)</sup>は、ポリマルチフィルムの色による地温効果の違いを調査し、透明ポリマルチでは無被覆に比べて播種後10日間の平均地温は4～5℃程度高くなったのに対し、黒色ポリマルチでは0～1℃程度の増加であったことを報告している。一般に、マルチ被覆による地温上昇効果は、マルチ資材の日射透過率が大きいほど大きくなる<sup>(9)</sup>。一方、べたがけの地温上昇は、平均で2℃程度と大きかった。このように、黒色ポリマルチ被覆の地温上昇効

果は透明ポリマルチあるいはべたがけ被覆よりも低い。黒色ポリマルチ直播区の出芽率は、透明ポリマルチ区と同等、ないしべたがけ直播区を上回る値を示した(表4)。細野らはエダマメの出芽率がポリマルチ被覆よりもべたがけ被覆で低下したのは、土壤水分が低下しやすいことが原因であると報告している<sup>(6)</sup>。このことは、出芽率を高めるには地温上昇のみならず土壤水分も重要であることを示唆している。吉田らによると北陸地域では雪解け後の降水量や蒸発量から4月下旬から5月中旬にかけて圃場が過度に乾燥するケースは少ない<sup>(19)</sup>。しかし、4月下旬から5月上旬の晴天日は日射が強く空気飽差も大きい条件になりやすい<sup>(6)</sup>。このような条件下で、碎土性の劣る重粘質土壤を耕うんすれば表層は急激に乾燥する場合も考えられる。高橋らも新潟県の重粘土転換畑における5月中・下旬のダイズの出芽について土壤水分が乾燥しすぎないことが重要であると報告している<sup>(18)</sup>。このようなことからエダマメの出芽率を高めるためには表層の土壤水分が安定的に高水分で維持されることが重要である。細野らは黒色ポリマルチ区における表層土壤の体積含水率の低下が無被覆区やべたがけ区に比べて小さかったことを報告しており<sup>(6)</sup>、透明ポリマルチ直播区および黒色ポリマルチ直播区では、表層土壤が出芽に好適な水分に保たれていたことが推察される。

被覆資材の滝姫および湯あがり娘の生育への影響について見ると、地上部乾物重は、透明ポリマルチ直播区と黒色ポリマルチ直播区が無マルチ直播区、黒色ポリマルチ移植区を有意に上回って推移した。国分は、ダイズの子実生産における開花期から莢伸長後期にかけての乾物生産の重要性を指摘し、この時期の高い乾物生産には葉面積の早期拡大が必要であるとしている<sup>(10)</sup>。片山らは、ポリマルチ区で、葉身が薄く、葉面積比が大きく効率的な光合成産物の投資が行われ、開花期までの葉面積の増大が生じることを明らかにしている<sup>(8)</sup>。ポリマルチ処理により国分の指摘する葉面積の拡大が生じて乾物重増大となった可能性がある。

両品種ともに透明ポリマルチ直播区において黒色ポリマルチ直播区よりも生育量の増大と主茎長の伸長が認められた(表5)。一方、両品種の莢収量が透明ポリマルチ直播区と黒色ポリマルチ直播区では無マルチ直播区に比べて15～27%増収したが、ポリマルチの種類(黒および透明)による収量の差異は認められなかった(表5)。松村も収穫時において透明ポリマルチ区のエダマメの茎葉重と根重は黒色ポリマルチ区よりも有意に高かったが、サヤ重はマルチの種類(黒および透明)による収量の差異は認められなかったことを報告している<sup>(11)</sup>。そして、透明ポリマルチ区が黒色ポリマルチ区に比べて生育が促進したため茎葉中の窒素含有率が低下し、それによって同化産物も低下することで透明と黒色のポリマルチ間で収量差が認められなかったと推察している<sup>(11)</sup>。本試験区における透明ポリマルチ直播区の湯あがり娘は徒長により収穫前には倒伏が認められた。一方、滝姫は湯あがり娘に比べて生育量が小さかったので倒伏は認められなかったが、畝面のみならずエダマメの株元からの雑草の生育は旺盛であった(表5)。透明ポリマルチ被覆下では雑草生育が旺盛になるため作物との養水分競合を起こすことが知られている<sup>(7)</sup>。これらのことから、透明ポリマルチ直播区では雑草との養水分競合によってエダマメの茎葉中の窒素含有率の低下と徒長による倒伏が起こり開花期以降の同化産物が減少し、莢数も減少したことが考えられる。ところで、三浦は、エダマメのマルチ栽培では莢数増大により無マルチ栽培に比べて増収し、増収程度は透明ポリマルチで144%、黒色ポリマルチで77%に達したことを報告している

<sup>(12)</sup>。三浦は<sup>(12)</sup>生育量や雑草量についてのデータを示していないが、透明ポリマルチが、黒色ポリマルチよりも増収したのは、本試験と松村の結果から、透明ポリマルチでもエダマメの過繁茂や倒伏は認められず、雑草量も少なかったからではないかと推察される。

このように、5月中旬より前の直播栽培においては、地温上昇効果による出芽や生育促進という点で透明ポリマルチが優れたが、莢収量や商品収量にポリマルチの種類による大きな差は認められず、また、透明ポリマルチ被覆は過繁茂、倒伏、雑草繁茂等の危険性が高くなることから、黒色ポリマルチ被覆が最も適していると判断された。

水田複合経営農家においてエダマメを導入する場合、エダマメの移植作業は水稻の育苗管理や移植作業と重なり、作業競合が起きることから直播栽培による省力化が求められている。そこで、細川らは<sup>(5)</sup>、省力化を図るために、耕うんと同時に畝立て、マルチ展張と播種を行う耕うん同時畝立てマルチ展張播種作業機を開発した。これは、耕うん幅150～170cmのホルダー型アップカットロータリに有孔マルチの穴を利用し、目皿式播種機の繰り出しを同期させて播種を行うマルチ直播用作業機である。

耕うん同時畝立てマルチ展張播種作業機を用いて湯あがり娘とおつな姫の播種を行った圃場試験でも黒色ポリマルチ直播区で無マルチ直播区よりも有意に生育と収量が増大することが確認された(表6)。また、上越市内の農事組合法人において新潟茶豆を使った現地実証試験においても同様な結果が得られた(表7)ことから、4月下旬～5月上旬にかけてのエダマメの早期直播栽培では畝を黒色ポリマルチで被覆することで、出芽率、生育および収量の安定化が図れるものと判断された。

次に従来の慣行である黒色ポリマルチで被覆した移植栽培と黒色ポリマルチで被覆した直播栽培について比較してみる。移植栽培の播種は無加温ハウスで行うため、露地に播種する直播栽培に比べて出芽日が1～4日程度早くなったが、収穫日は移植栽培が1日早くなった程度であった(表4)。滝姫と湯あがり娘の2品種ともに直播栽培は移植栽培に比べて主茎長が有意に長く、地上部乾物重、莢乾物重、莢数、莢収量および商品収量(2008年の湯あがり娘を除く)は有意に高かった(表5)。このことは移植栽



を行った。

1. 中晩生よりも早い滝姫, 湯あがり娘および新潟茶豆を用いることで, 直播栽培で7月中旬から8月上旬までの収穫が可能であった。
2. 滝姫と湯あがり娘の早期直播栽培において, 透明ポリマルチ直播および黒色ポリマルチ直播栽培の出芽率はべたがけ直播栽培や無マルチ直播栽培よりも高かった。これはポリマルチ被覆による地温上昇効果以上に表層土壌の保水効果による影響が大きいと考えられた。
3. 透明ポリマルチ直播および黒色ポリマルチ直播栽培の生育量, 莢収量と商品収量は, べたがけ直播栽培や無マルチ直播栽培および黒色ポリマルチ移植栽培よりも高い値を示した。
4. 莢収量や商品収量にポリマルチの種類による大きな差が認められなかったことから, 地温上昇効果による生育促進という点で透明ポリマルチ被覆が優れていたが, 過繁茂, 倒伏, 雑草繁茂等を招くため, 黒色ポリマルチ被覆が最も適し

ていると判断された。

5. 耕うん同時畝立てマルチ展張播種作業機を用いて早期直播栽培技術の有効性について場内試験と現地実証試験で評価を行い, 黒色ポリマルチ直播栽培が無マルチ直播栽培を大きく上回る生育と収量を示すことが実証された。
6. 滝姫, 湯あがり娘, 新潟茶豆の黒色ポリマルチ被覆による早期直播栽培技術と無マルチ直播栽培による新潟茶豆と庄内茶豆5号の直播栽培のみで7月中旬~8月下旬まで継続的な出荷が可能で省力的な栽培体系を提示した。

謝辞：本研究の現地実証試験の遂行に当たり上越市の農事組合法人大潟ナショナルカントリー代表理事竹田香苗氏に御協力を頂いた。また, 圃場試験の遂行に当たり中央農業総合研究センター業務第4科の技術専門職員の方々, 特に矢崎孝司氏, 関口誠氏, 浅野修氏, 小竹剛志氏には圃場管理と調査に御協力を頂いた。ここに記して深謝する。

## VI 引用文献

1. 江口喜久子・羽田野一栄 (2003) 定植適期延長が可能なエダマメのセル成型苗の低温貯蔵方法. 関東東海北陸農業 研究成果情報 平成14年度 IV, 62-63
2. えちご上越農業協同組合 (2006) 高品質・良食味えだまめ栽培マニュアル. 1-11
3. Hara, Y. (2000) Estimation of nitrogen release from coated urea using the Richards function and investigation of the release parameters using simulation models. *Soil Sci. Plant Nutr.*, 46, 693-701
4. 羽田野一栄 (2004) 収穫機 (ハーベスター) に対応した早生エダマメの直播栽培技術と草姿改善. *エダマメ研報*, 2, 52-53
5. 細川寿・片山勝之・細野達夫・塩谷幸治 (2009) 耕うん同時畝立て作業機による野菜の同時マルチとエダマメのマルチ直播技術. 平成20年度研究成果情報 (共通基盤・作業技術), <http://www.naro.affrc.go.jp/top/seika/2008/01narc/narc08-02.html>
6. 細野達夫・片山勝之・細川寿 (2010) 北陸重粘土転換畑での早期エダマメ直播栽培における地温と出芽に及ぼすマルチ・べたがけの効果. *中央農研報*, 144, 17-31
7. 笠原安夫・西克久 (1964) プラスチックフィルムのマルチによる照度, 温度, 土壌水分, 土壌pHの変化とレタスの生育および雑草防除との関係. *農学研究*, 50, 79-102
8. 片山勝之・細野達夫・細川寿 (2009) 被覆資材と被覆尿素の利用が早期直播エダマメ栽培の生育・収量に及ぼす影響. *北陸作物学会報*, 44, 46-49
9. 小寺孝治 (2003) "マルチ・べたがけ資材と利用". 五訂 施設園芸ハンドブック. 日本施設園芸協会, 75-84.
10. 国分牧衛 (1988) 大豆の Ideotype の設計と検証. *東北農試研報*, 77, 77-142
11. 松村昭治 (1986) ポリマルチによるエダマメの初期生育促進過程. *土肥誌*, 57, 377-383
12. 三浦友治郎 (1968) 増収効果のある露地野菜のポリマルチ栽培. *農及園*, 43, 1852-1854
13. 中頸城農業改良普及センター・中頸城農業振興

- 協議会園芸振興部会編（2004）えだまめ良食味栽培指針. 8p.
14. 新潟県経営普及課他（2003）"えだまめ". 野菜栽培のマニュアル. 新潟県農林水産部農産園芸課編, 新潟県農林公社, 352-368.
  15. 農林水産省大臣官房統計部（2010）"主要野菜の都道府県別の作付面積, 収穫量及び出荷量". ポケット園芸統計. 平成 21 年度版. 53.
  16. 塩谷幸治・片山勝之（2009）エダマメ・マルチ直播技術の導入効果. 関東東山東海農経研, 99, 51-56
  17. 鈴木晴雄・桜井英二・宮本硬一（1980）畝面被覆の微気象に関する研究 IV. 寒冷紗の遮蔽と黒色ポリエチレンフィルムの被覆による地温効果. 農業気象, 35, 243-248
  18. 高橋智紀・細川寿・松崎守夫（2008）重粘土転換畑における土壌鎮圧によるダイズ種子の吸水促進効果. 土肥誌, 79, 1-7
  19. 吉田修一郎・伊藤公一・足立一日出（1997）重粘土転換畑への冬期作物の導入による圃場の排水性の改善. 土壌の物理性, 76, 3-12



# Establishing a Cultivation Technology for Green Soybeans Using Early-Direct Sowing

Katsuyuki Katayama<sup>\*</sup>, Tatsuo Hosono<sup>\*</sup> and Hisashi Hosokawa<sup>\*</sup>

## Summary

In Niigata, green soybeans (*Glycine max*) can be harvested before early-August only when they are transplanted. We are aiming to establish a less laborious and stable production technology that enables rice producers to directly sow soybeans earlier than usual for continuous harvests from mid-July to early August. We tried several mulching materials during the 2008 to 2009 growing seasons including: transparent polyethylene film mulch (TPM), black color polyethylene film mulch (BPM) and plant blankets (PB). The cultivars we used were: Takihime and Otsunahime (early-season varieties), Yuagarimusume (a mid-early season variety) and Niigatachamame (a mid-season variety). The results are summarized as follows:

1. Significant increases in seedling emergence rate of green soybeans were observed in the directly sown plots using TPM and BPM compared with PB and plots without mulch. This increase resulted from maintaining the soil water content in the surface layers of the rows rather than from an increase in soil temperature.
2. Significant increases in total dry weight at harvest, total pod yield and high quality pod yield of green soybean were observed in the directly sown plots using TPM and BPM compared with the transplanted plots using BPM, directly sown plots using PB and plots without mulch.
3. Although the growth of green soybean in the plot using TPM was higher than that in the plot using BPM due to an increase in soil temperature, there was no significant difference in pod yield between these plots. We concluded that the green soybean cultivation system using early-direct sowing with BPM was the most suitable scheme because BPM can prevent rank growth, lodging and weeds.
4. We established a green soybean cultivation system by introducing early-direct sowing using BPM and select cultivars that could be harvested from mid-July to early August.