

# 蔬菜類の栽培における，ポリエチレンマルチ の利用に関する基礎的研究（第1報）

ナスの生育収量および土壌条件におよぼす影響

田 辺 賢 二・佐 藤 一 郎

Fundamental Studies on the Utilization of Polyethylene  
Mulch in Growing Vegetables (I)

Effect of some polyethylene mulches on growth, yields of  
*Solanum Melongena* LINN. and soil conditions.

Kenji TANABE and Ichiro SATOH

(Faculty of Agriculture, Tottori University)

## I 緒 言

近年、石油化学工業の急速な進展に伴い、農業においても、石油化学製品が生産資材として、数多く用いられるようになった。

その顕著なもの1つに、ポリエチレンフィルムがある。

もともとポリエチレンフィルムは、低温の季節、あるいは冷涼な気候の地域において、作物の生育を促進させる目的で、マルチとして使用されてきた。しかし今日では、スイカ・メロン等の夏作物の露地栽培にも利用されるなど、暖地においても季節をとわず利用されている。

ポリエチレンフィルムのマルチ（以下ポリマルチとよぶ。）の効果に関する研究は、きわめて数少ないが、CLARKSON, V. A. ら (1957)<sup>(2)</sup>, LIPPERT, L. F. ら (1964)<sup>(7)</sup> TAKATORI, F. H. ら (1966)<sup>(10)</sup> DINKEL, D. H. (1966)<sup>(3)</sup> などがある。それらはいずれも、夏期に低温な地域においても、ポリマルチ処理を行なうことによりスイートコーンやキャンタローブの収穫が可能となるか、あるいは生育促進と収量増加をもたらすと述べている。そして、それらの効果は、地温の上昇と、土壌水分の保持に基くことを明らかにしている。

一方我国においては、ポリマルチに関して、利用面で急速な進歩をとげたものの、その効果に対する理論的な裏付けは、今日なお見るべきがない。

そこでポリエチレンマルチが、土壌中の物理的ならびに化学的環境におよぼす影響を、系統的に明らかにし、また土壌環境の変化と、作物体の生育反応の関係を明らかにする必要がある。今回は、代表的な夏作物であるナスを供試し、夏季におけるポリマルチの影響を明らかにする目的で、本実験を行なった。実験を遂行するにあたり、ご援助を願った、山根勇武・鳥飼加代子の両氏に対し、記して感謝の意を表する。

## II 実験材料および方法

鳥取大学農学部砂丘利用研究施設のライシメーター（容積 $1 \times 1 \times 1$  m<sup>3</sup>、排水型）10基に、未耕地の砂土を入れ、1970年5月22日、50日苗のナス（品種、長岡長ナス）を定植した。植付け本数は、1基あたり4本とし、8基に植付けた。残りの2基は、土面蒸発量をみるために無植生とした。

6月5日に透明ポリエチレンフィルム（光透過率98%、厚さ0.02mm）、白色ポリエチレンフィルム（光透過率85%、厚さ0.02mm）、黒色ポリエチレンフィルム（同2%、0.02mm）の3種を、それぞれ2基ずつマルチ処理した。マルチの広さは、95×95cmとし、株元には直径3cmの穴をあけた。そして、無処理区を合せて、計4区についてそれぞれ、地表下5、10および20cmの各部位の地温を、毎日午前10時に測定した。

第1表 施肥設計

使用肥料	配分内量(成分量g)		全量
	元肥	追肥	
N: 硫酸安	10	6月25日, 7月11日, 7月25日 8月5日の4回施用	26 <sup>g</sup>
P: BMようりん	18		26
K: 硫酸カリ	8	N: 4 P: 2 K: 3.2	25

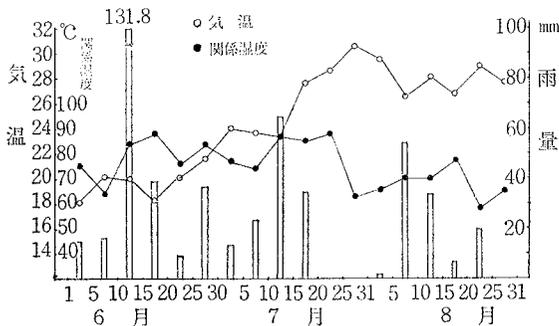
また1週間ごとに、各マルチ処理区の地表下10cmの部位の土壌を採取し、土壌水分の測定を行なった。

一方施肥は、第1表に示す要領で行なった。また灌水は、晴天日に適宜行ない、その量は5月下旬～6月中旬: 2mm, 6月下旬～7月中旬: 5mm, 7月下旬～8月下旬: 10mmとした。さらに各処理区の流亡水量についても毎日測定し、10～15日分を集めて、それらのNH<sub>3</sub>-N, NO<sub>3</sub>-N, PおよびK濃度を測定し、養分溶脱量を求めた。NH<sub>3</sub>-Nはネスラー試薬, NO<sub>3</sub>-Nはフェノール硫酸によって、それぞれ発色後比色定量を行なった。Pはトルオーグ法による比色定量, Kは炎光光度計によりそれぞれ定量した。

7月上旬より、3～5日おきにナス果実の収穫を行ない、収穫個数とそれらの乾物重を測定した。8月31日に各区の掘上げ調査を行ない、葉、茎および根の乾物についてN, PおよびKの含量を測定した。なお収穫果実についても同様に分析を行なった。

### III 結果

実験期間中の気温、湿度および降水量を示すと第1図のとおりであった。6月上旬から7月中旬にかけて、降雨日数が多く、特に6月中旬に著しい降雨がみられた。



第1図 実験期間中の気温、湿度および降水量(9時)

そして、7月下旬から8月上旬にかけて、高温の旱天が続いたが、例年に比べて比較的短かった。

#### 1) 地温ならびに土壌水分

実験期間中の地温を半旬ごとの平均値として示すと第2図のとおりであった。

まず5cmの部位における地温についてみると、6月中はポリマルチ処理によって、地温の上昇が認められた。しかし7

月に入ると、黒色および白色のポリマルチ処理区においては、無処理区よりむしろ低くなる傾向にあった。特に黒色ポリマルチ区では、7月下旬に無処理区より3°C以上も低い値を示した。8月中旬から再び処理区の地温が無処理区より高くなった。この地表下5cmの部位における地温を、マルチの種類別にみると、透明>白色>黒色の順に高く、透明ポリマルチ区は実験期間中に無処理区より低くなることは、ほとんどなかった。

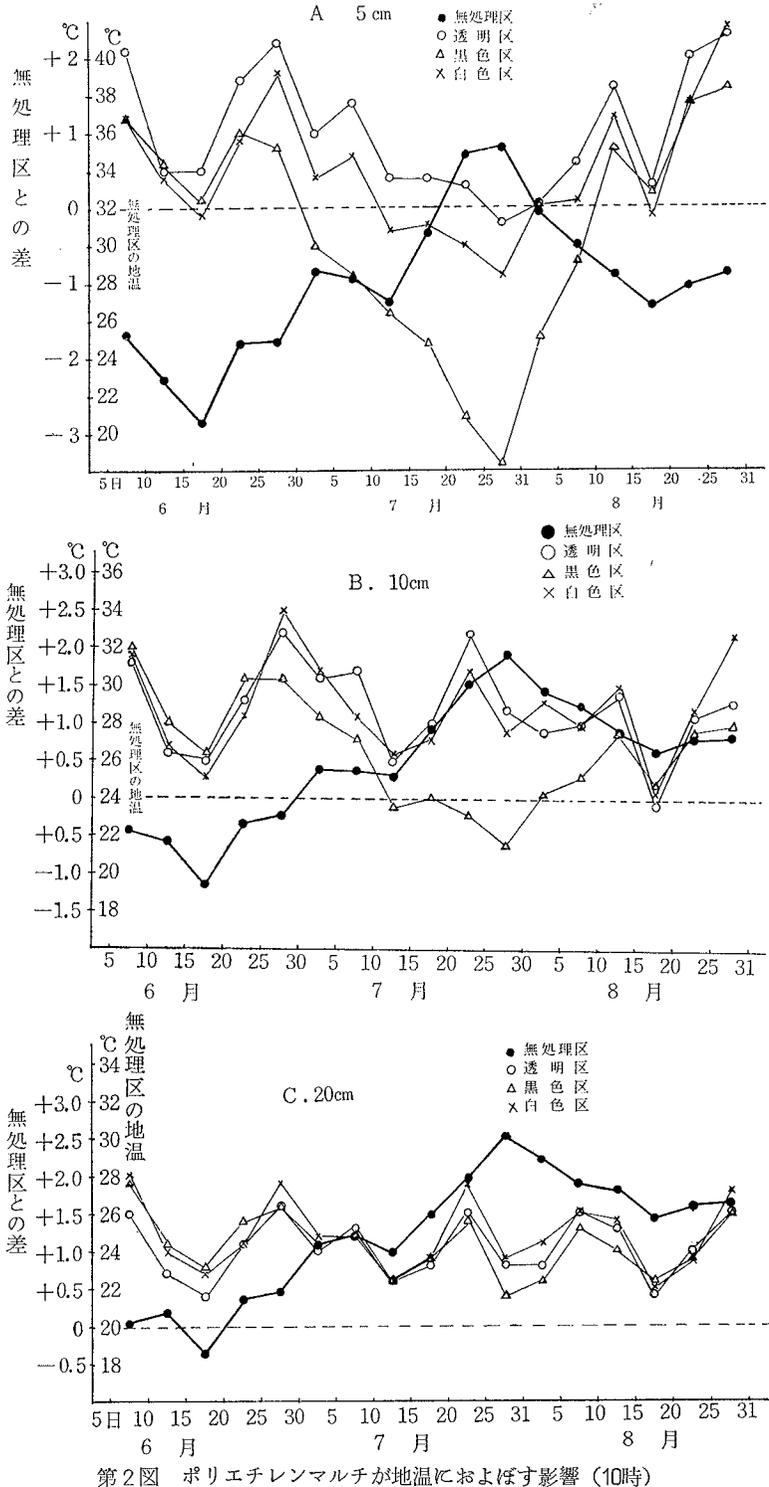
一方地表下10cmの部位においては、透明および白色区は常に無処理区より0.5～2.5°C高い地温を示していた。しかし黒色区は、前者に比べて地温の上昇が顕著でなく、7月中旬～下旬にかけて、5cmの部位と同様無処理区よりも低い地温を示していた。

次に地表下20cmにおける地温をみると、ポリマルチ処理により、いずれも0.5～1.5°Cの上昇がみられた。またポリエチレンの種類間の差は、5cm, 10cmの部位ほどには明瞭にみられなかった。

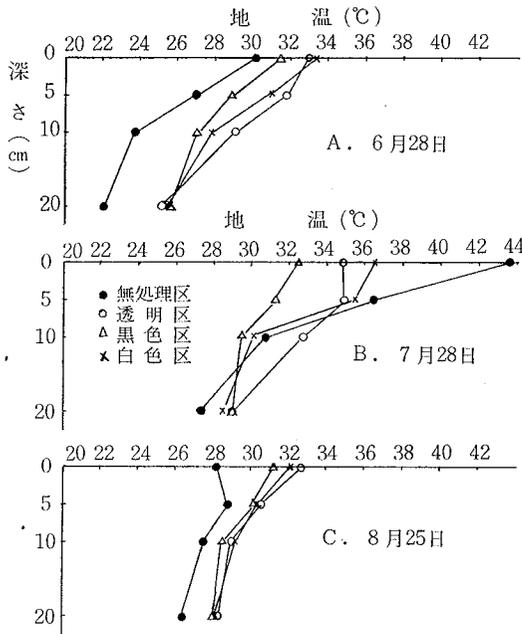
第3図は、6月下旬、7月下旬および8月下旬の各時期における、ポリマルチ処理と地温の関係を示したものである。比較的關係湿度が高く、また降雨の多い6月下旬においては、地表下0cmから20cmに至るまで、ポリマルチによって2～3.5°C地温の上昇がみられた。

しかしながら、梅雨明けの著しく乾燥した高温低湿の7月下旬から8月上旬にかけては、無処理区は、地表面の急速な乾燥に伴い、地表面～5cmの地温が著しく高まり、一方マルチ処理区はそれほど上昇せず無処理区より、かなり低く保たれていた。8月下旬においては、マルチ処理により、0～20cmの地温は一樣に上昇したが、その割合は6月下旬に比べてかなり低いものであった。

次に実験期間中の各処理区の土壌水分の変化を調べた結果は、第4図のとおりであった。降雨の多かった6月～7月中旬においては、無処理区とマルチ



第2図 ポリエチレンマルチが地温におよぼす影響 (10時)



第3図 時期別にみたポリエチレンマルチと地温の関係  
処理区の差は、明瞭にみられなかったが、無処理区の水分量が処理区よりも多い日がかかなりあった。

しかし7月下旬以降は、無処理区の土壌水分量の減少が著しく、連日7~10mmの灌水を行なったにもかかわらず、2%以下に低下することもあった。一方ポリマルチ処理区は、いずれも大きな変化がみられず、ほぼ4~5%に保たれていた。

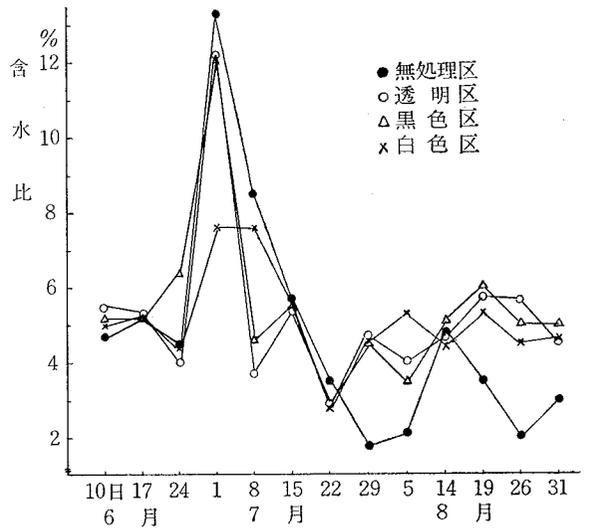
2) 蒸発散量

ポリマルチ処理と蒸発散量の関係のみた結果、第5図および第2表のとおりであった。

まず、無植生の状態で、ポリマルチ処理が土面蒸発に

第2表 ポリマルチが土面蒸発におよぼす影響

測定期日	蒸 発 量 (mm)		土面蒸発抑制量 a - b
	a. 裸 地	b. マルチ処理	
8月4日~6日 (晴 天)	6.00	1.98	4.02
8月15日~22日 (くもり~雨)	0.80	0.34	0.46
8月24日~30日 (晴 天)	5.63	1.62	4.01



第4図 ポリエチレンマルチが土壌水分におよぼす影響  
(地表下10cm)

およぼす影響をみると、平均して2~2.8mm程度土面蒸発を抑制していることが認められた。またこれを少し詳しくみると、第2表のようであった。すなわち、マルチ処理によって、晴天日には土面蒸発が4mm抑制され、一方曇天~雨天日には0.5mm程度抑制されていた。

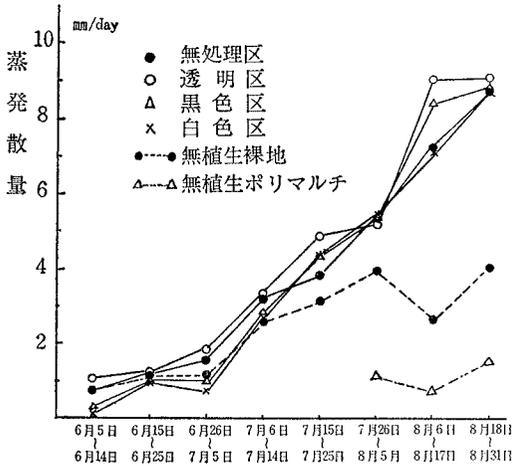
他方蒸発散量におよぼすポリマルチの影響をみると、生育初期においては、マルチ処理区がやや少ない傾向にあった。しかし中後期においては、マルチ処理により土面蒸発が著しく抑えられていたにもかかわらず、無処理区よりも処理区の蒸発散量がむしろ多くなる傾向にあった。

このことは、マルチ処理により地上部の生育がおう盛になったこと、また乾燥期にも十分な土壌水分が保持されたため蒸散作用が活発に行なわれたことにもとづくものと思われた。

3) 養分吸収ならびに溶脱

ポリマルチ処理がナスの養分吸収におよぼす影響をみたところ第6図の結果を得た。

N, PおよびKのいずれも、処理によって吸収量が増加した。特にPの吸収が、処理によって著しく多くなり、次いでKが多くなった。そして3成分のうち、Nの吸収は、処理による影響が最も

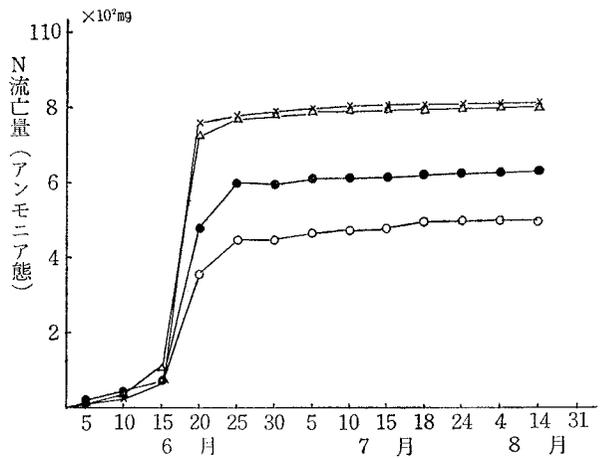


第5図 ポリエチレンマルチが蒸発散量におよぼす影響  
 少なかった。またマルチの種類別にみると、透明ポリエチレン区の吸収量が多い傾向にあった。

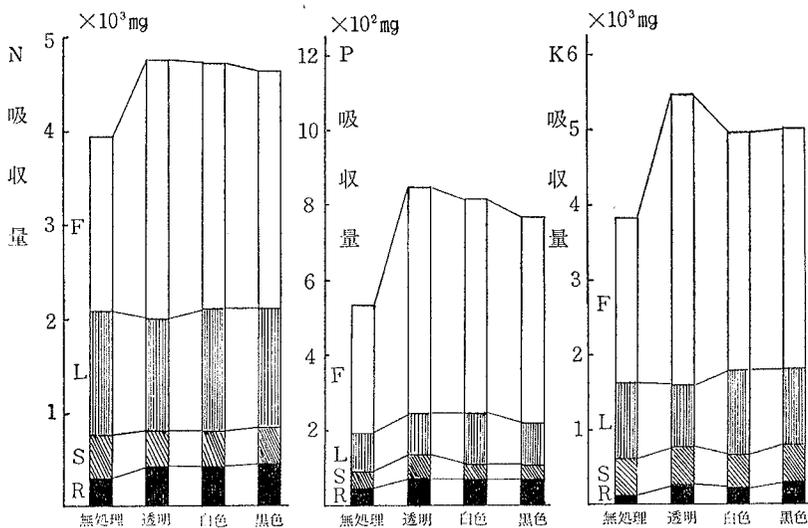
各成分について、全吸収量のうち栄養体が占める割合をみると、NおよびKにおいては、処理、無処理間の差はほとんど認められず、Pにおいてわずかに処理区が多い傾向を示していた。したがって、処理によって多く吸収されたN、P、Kはいずれも果実に移行し、後にのべる果実の収量増加をもたらしたものと考えられた。

次にN、PおよびKの溶脱とポリマルチ処理の関係を

みた結果、第7~10図のとおりであった。まずNH<sub>3</sub>-Nは、第7図に示されるとおり、6月の上旬から下旬にかけて溶脱が認められ、特に降雨量の多かった6月中旬に著しい溶脱がみられた。しかし7月に入って後には、ほとんどみられなかった。これについて処理との関係を見るとポリマルチ処理区のうち、白色および黒色区は無処理区より溶脱量が多く、一方透明区は無処理区よりも少なかった。

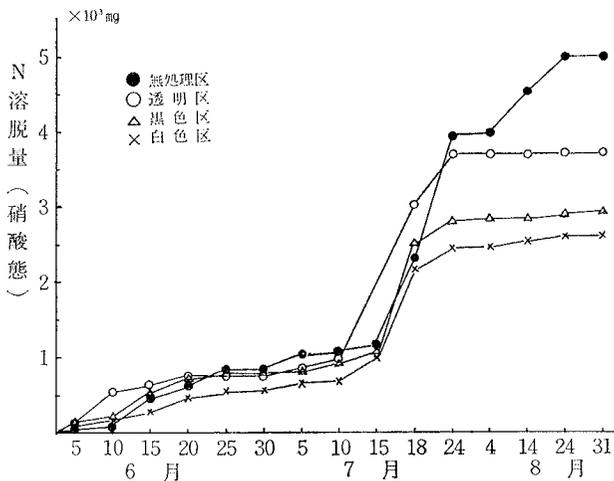


第7図 ポリエチレンマルチがNH<sub>3</sub>-Nの流亡におよぼす影響

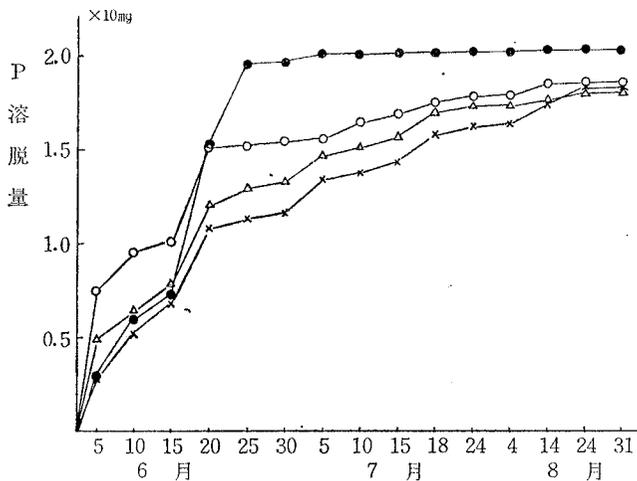


第6図 ポリエチレンマルチがナスのN、PおよびKの吸収におよぼす影響  
 R：根 S：茎 L：葉 F：果実

$\text{NO}_3\text{-N}$ の溶脱は、第8図に示されるとおりであり、6月上旬～7月上旬に至る間は、各区ともその溶脱量は少なかった。しかし特に透明マルチ区の溶脱量は6月上中旬の生育初期に多い傾向が認められた。その後7月中旬から下旬にかけて、著しい $\text{NO}_3\text{-N}$ の溶脱がみられ、特に無処理区と透明マルチ区の量が多かった。最終的な溶脱量とポリマルチ処理との関係を見ると、無処理区が最も多く、次いで透明区、黒色区、白色区の順であった。そして $\text{NO}_3\text{-N}$ としての溶脱量を、施用N量に対する割合でみると、無処理区で19%、透明区で14%、黒色区で11%、白色区で10%であった。



第8図 ポリエチレンマルチが $\text{NO}_3\text{-N}$ の溶脱におよぼす影響



第9図 ポリエチレンマルチがPの溶脱におよぼす影響

他方Pの溶脱とポリマルチ処理の関係は、第9図に示すとおりであった。いずれの処理区とも6月上旬から下旬にかけての溶脱量が多く、7月に入ってから溶脱はきわめて少なかった。6月上中旬においては透明区、黒色区の両区が無処理区より溶脱量が多い傾向にあった。しかし6月中下旬に無処理区の溶脱が急速に多くなり、処理区に比べてかなり多い溶脱量を示していた。また7月に入って乾燥が著しくなると、無処理区ではほとんど溶脱がみられなかったのに対し、処理区では、わずかながら実験打切の時期まで溶脱が認められた。

Kの溶脱とポリマルチ処理の関係は、第10図に示されるとおりであり、溶脱量の多いものから、無処理区>黒色区>透明区>白色区の順であった。しかし、溶脱量は施用量のほぼ5～6%程度であり、また区間の差は比較的少なかった。さらに $\text{NH}_3\text{-N}$ や $\text{NO}_3\text{-N}$ でみられたような、特定の時期に多量の溶脱をみるようなことはなく、生育全期を通じてほぼ一定の溶脱量を示していた。

#### 4) 生育ならびに収量

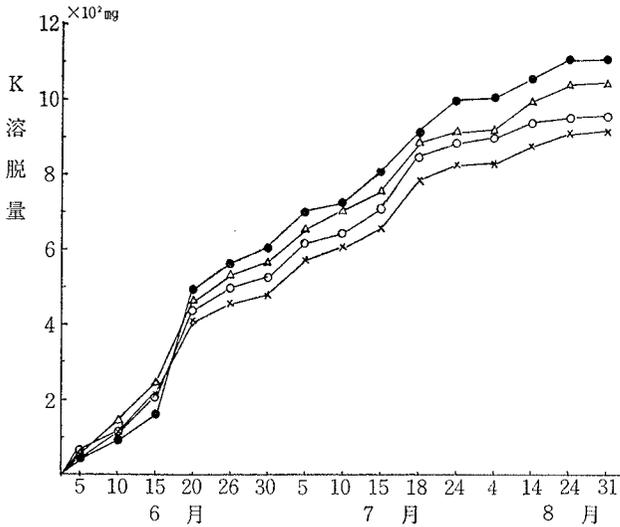
苗の活着後の初期生育に対するポリマルチの影響は、透明区が最も顕著であり、生育が著しく促進された。次いで黒色区が著しかった。そして、開花結実も透明区が最も早かった。一方6月下旬ごろから黒色区はきわめておう盛な生育を示し、外見上透明区以上に繁茂し、やや栄養生長に偏っていたように見受けられた。また白色区は、無処理区より良好な生育を示したが、透明、黒色の両区よりはやや劣っていた。

8月下旬ごろになると、透明区は下葉の黄化が目立ちはじめ、落葉もみられてかなり草勢が衰えているように見受けられた。一方この頃より無処理区の生育が良好となった。

8月末に各区を掘上げ、生育調査を行なった結果は第3表のとおりであった。

まず葉重についてみると、黒色、白色の両区が無処理区より多く、透明区はやや少なかった。一方茎重は、黒色区が最も多く、次いで透明区、白色区、無処理区の順であった。

また根についてみると、無処理区に比べ、処理区の根重はきわめて多く、ポリマルチは



第10図 ポリエチレンマルチがKの溶脱におよぼす影響

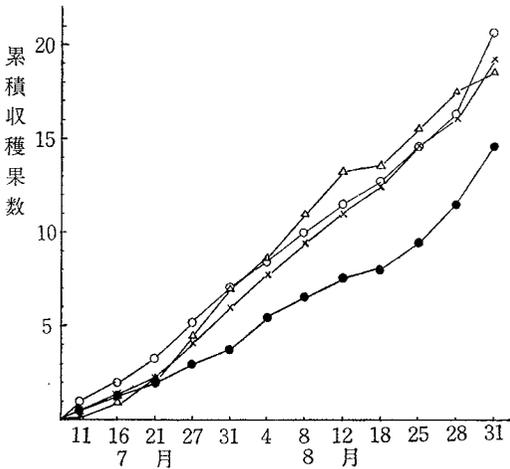
第3表 ナスの生育におよぼすポリエチレンマルチの影響

処 理	乾 物 量 (g)			T/R率
	葉	茎	根	
透 明	36.0	37.6	22.5	3.27
白 色	39.2	37.5	19.4	4.20
黒 色	39.2	42.4	22.4	3.64
無処理	36.7	33.2	14.8	4.72

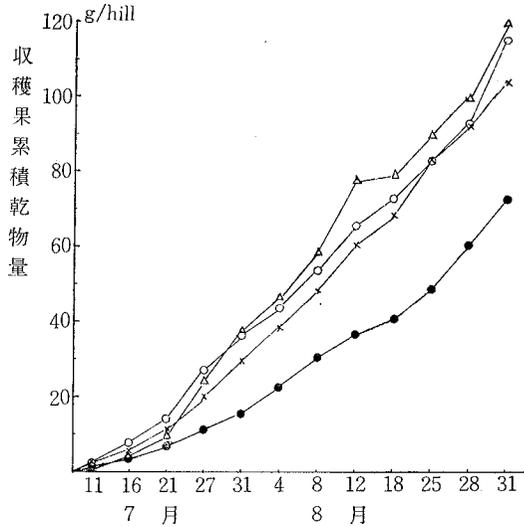
根の生育を強く促進することがうかがえた。

そして、その根群分布をみると、処理区ではいずれも地表直下にかんりの分布がみられた。ちなみに各区の T-R 率を求めてみると、無処理区の 4.72 に対して、処理区では 3.27~4.2 とかなり低い値を示し、ポリマルチ処理は、地上部よりも地下部の生育に著しい影響をあたえることが知られた。

次に果実収量についてみると第11, 12図のとおりであった。マルチ処理により収穫果実数がほぼ40%程度多くなった。初期においては透明区の収量が多く、8月に入ると黒色区が他区よりもやや多くなる傾向にあった。また処理区の果実はいずれも肉質が柔かく正常果がほとんどであったのに対し、無処理区の果実はきわめて肉質がかたく、中には石ナスに近いものもあり、わん曲したものが多かっ



第11図 収穫果数におよぼすポリエチレンマルチの影響



第12図 果実収量におよぼすポリエチレンマルチの影響

た。

一方、果実収量を乾物収量としてみると、処理により収量が70%程度多くなることが認められた。そしてマルチの種類別にみると、区間には明瞭な差はみられなかったが、しいていえば黒色>透明>白色の傾向にあった。

#### IV 考 察

ポリエチレンフィルムマルチに関する、これまでの報告によれば、マルチ処理により地温が上昇し、あるいは土壤水分が保持されることが述べられている。そしてこのようなポリマルチの作用は、比較的冷涼な地方におけるスイートコーンの稔実や、キャンタロープの成熟を可能にし、<sup>(2)(3)(5)</sup> また早春の低温な季節における作物の発芽、立上りの割合を高め初期生育を促進するなどの効果をもたらしている。<sup>(6)(10)</sup> さらにこれらの効果は、黒色ポリエチレンよりも透明ポリエチレンにおいて著しいといわれる。

本実験は、夏作物の生育に十分な温度条件下にある6~8月の夏季に、代表的な夏作物であるナスについて、ポリマルチの効果をみたものである。したがって上記の内容とはやや趣を異にするものと考えられる。

いうまでもなく、夏季の砂丘地は、土壤の乾燥がきわめて著しいために、普通畑にくらべて著しく地温が高くなり、また接地気温もきわめて高くなる。<sup>(9)</sup> このように、むしろ高温に過ぎるような条件のもとでも、ポリマルチ処理を行なうことにより、ナス果実の収量が、乾物で60~70%も増加することが認められた。もともとナスは、蔬菜類の中でも高温性のグループに属するが、その適温はせいぜい25~30°C前後である。<sup>(9)</sup>

したがって、この夏季におけるポリマルチ処理がもたらす増収効果は、地温上昇以外の何らかの要因にもとずいていることが十分に考えられる。本実験において供試したる種のポリエチレンフィルムは、6月中旬と8月中下旬において、いずれも地温を上昇させた。しかし黒色、白色の両ポリエチレンフィルムは、6月下旬~8月上旬の高温期に地表下5~10cmの地温を低下させることが認められた。また透明ポリエチレンフィルムは、終始無処理区より地温を高く保ったが、やはり6月下旬~8月上旬には、上昇割合が低かった。このように高温乾燥期のポリマルチは、それほど高く地温を上昇させないか、種類によっては、かえって低下させることが認められ、このことは砂丘地において夏作物を栽培するうえで、きわめて興味深い。

土壤水分と地温は表裏一体の関係にあることより、高温乾燥期のポリマルチ処理は無処理区よりも地温を低下させる理由として次のように推察される。すなわち、ポリマルチ処理区は土壤水分が常にほぼ一定に近い状態に保たれるのに対し、無処理区では地表面から急速に乾

燥し、著しく土壤水分が少なくなる。処理、無処理間の土壤水分の量が同程度の状態では、貯熱量の多い処理区の地温が高くなることは当然である。しかし両者の土壤水分量に著しい不均衡を来した状態では、土壤の比熱にも大きな差を生じ土壤水分の少ない無処理区では著しく比熱が小さくなる。そのために、比熱の低下に伴う地温上昇速度の増加が、ポリマルチ処理によってもたらされる地温上昇速度を上回るようになる。これがポリマルチ処理区の地温を相対的に低くする理由と考えられる。

したがって夏期におけるポリマルチの主作用は土壤水分の保持にあるといえよう。

第2表に示されるように、ポリマルチは晴天日に土面蒸発を4mmも抑制し、結局このことが土壤水分の保持ひいては地温の上昇をも抑制するものと考えられる。

次に養分吸収におよぼすポリマルチの影響をみると、処理によりN、PおよびKのいずれも吸収量が増加した。特にPの増加が著しく、またNよりもKの方に大きな影響がみられた。このことについては、処理によって土壤の急激な乾燥、吸湿が抑えられ、その結果多くのPおよびKが可吸態として土壤中に存在したことによるものと想像される。

一方植物の側からみた場合、ポリマルチ処理によって根群の発達がきわめて著しくなり、このことも吸収量を多くする要因といえよう。養分溶脱とポリマルチの関係については、処理により、土壤中に長期間肥料成分が保持されることが知られている。<sup>(1)</sup> 本実験の場合には、降雨時に雨が株元の穴の他に大部分が周辺部から浸透するため、その養分溶脱の様相も、畦にマルチを行なう圃場条件と、かなり異なることを予め知っておかねばならない。処理による溶脱量の減少は、マルチそのものの直接的な作用によるものか、あるいは作物が多く吸収したことによるものか、本実験の結果からは明らかにできない。しかし、いずれにせよ、マルチ処理により溶脱量が少なくなることは確かである。

以上要するに、夏季のポリマルチは土壤水分を保持することがその主作用となり、それが表裏一体の関係にある地温の上昇を抑制する。そしてこのことがナスの生育、特に根の生育を良好にし、増収をもたらしたものと考えられる。土壤水分が植生の制限要因となる夏季の砂丘地においては、特に土壤水分を保持する上で、ポリマルチの効果はきわめて大きいと思われ、光透過率の低いポリエチレン、たとえば黒色ポリエチレンフィルムを利

用することにより、砂丘地においてもナスの良品を多収することが可能であると思われる。

## V 摘 要

1. 夏季におけるポリエチレンマルチが、ナスの生育、収量および土壌条件におよぼす影響を、明らかにする目的で本実験を行なった。
2. 6月下旬～8月上旬の高温期においては、黒色ポリエチレン区および白色ポリエチレン区の地温（地表下5～10cm）は、無処理区よりも低かった。一方透明ポリエチレン区は、常に無処理区よりも高かった。
3. 土壌水分量は6～7月上旬の降雨の多い時期においては、処理、無処理区ともに多かった。しかし7月下旬から8月下旬にかけて、無処理区の土壌水分量は著しく低下したが、ポリマルチ処理区は4～5%に保たれていた。
4. ポリエチレンマルチ処理によって、晴天日における土面蒸発は4mm抑制され、また曇～雨天日には0.5mm程度抑制された。
5.  $\text{NO}_3\text{-N}$ 、PおよびKの溶脱はポリマルチ処理によって少なくなった。
6. ナスのN、PおよびK吸収は、ポリエチレンマルチ処理によって増加した。特にPの吸収が処理によって著しく増加した。

7. ナス果実の収量は、ポリエチレンマルチ処理によって、ナスの栄養体の生育も促進されたが、特に根の生育が著しく強められた。

## 参 考 文 献

1. A. M. Liptay and H. Tiessen J. Amer. Soc. Hort. sci. vol. 95, 395 : 1970
2. CLARKSON, V. A., and W. A. FRAZIER Proc. Amer. soc. Hort. sci. vol. 69, 400, 1957
3. DINKEL, D. H. Proc. Amen. soc. Hort. sci. vol. 89, 497, 1966
4. DEAN E. KNAVEL and H. C. MOHR  
" vol. 91, 589 1967
5. HARRIS, R. E.  
" vol. 87, 288 1965
6. HOPEN, H. J.  
" vol. 86, 415, 1965
7. Lippert
8. 佐藤一郎：砂丘地におけるナガイモ生産に関する研究，鳥大農学部砂丘利用研究施設，1965
9. 杉山直儀：蔬菜総論，養賢堂，1966
10. TAKATORI, F. H. et al  
Proc. Amer. soc. Hort. sic. vol. 85, 532, 1964

## Summary

- 1) In order to determine the effect of polyethylene mulch upon the growth of egg-plants (*Solanum Melongena* LINN.), their yields in the summer season, and soil conditions, this investigation was conducted.
- 2) Black polyethylene and white polyethylene decreased the soil temperature as compared to the bare soil temperature to a depth of 5-10 cm during the period from late June to early August. Transparent polyethylene increased the soil temperature more than non-mulched soil.
- 3) Soil moisture levels of mulched and non-mulched soil were high in the rainy period from June to early July. During the period from late July to August, the soil moisture in non-mulched soil decreased remarkably, but that of mulched soils was retained by about 4 to 5%.
- 4) Evaporation from soil surface was suppressed about 4mm per day by polyethylene mulch on clear days, and on cloudy or rainy days it was suppressed about 0.5mm per day.
- 5) percolation losses of nitrate form N, P and K were decreased by polyethylene mulches.
- 6) Egg-plants mulched with polyethylene absorbed more N, P and K than non mulched plants, especially if P was much more absorbed by mulched plants than non-mulched plants.
- 7) Yields were increased about 60-70 percent by polyethylene mulch treatment. It was also seen that the growth of egg-plants was advanced by mulches, especially in promoting the roots.