

道央北部における夏どりレタスの生育，収量に及ぼす マルチ資材と窒素施用量の影響*¹

川岸 康司*² 土屋 武彦*³ 土屋 俊雄*²

1988～1990年に、高温期の夏どりレタス栽培に対するマルチ資材と窒素施用量の影響を検討した。白黒ダブルマルチの使用により、対照の無マルチに比べ、地温の上昇は抑えられ、その変動も小さくなり、土壌水分は減少しにくい傾向がみられた。その結果、抽だい率が低下し、生育、収量は安定した。また、白黒ダブルマルチの高うね全面処理でもほぼ同様の効果が認められた。一方、夏どりレタス栽培では地温が25℃以上になると、生育に悪影響を及ぼすと考えられた。また、窒素多施用（N4.0kg/a）では生育期間中、土壌中の無機態窒素量が多くなり、欠株の発生が増したり、外葉の生育が抑えられ、小玉や不結球の発生が多くなった。この時の土壌中の硝酸態窒素量は、生育期間中10mg/100g以上で推移していた。このことから、土壌中の硝酸態窒素量が10mg/100g以上では生育異常が発生しやすくなると思われた。

I 緒 言

レタスは比較的冷涼な気候を好むため、夏どりレタスの栽培は難しく、その生産地は長野県や岩手県の高冷地に限られている。北海道におけるレタスの生産量は全国シェアの2%程度であるが、北海道は気候的に夏どりレタスの生産に適していると考えられる。

しかし、高温期に栽培する夏どりレタスは抽だいや異常球の発生が多くなり、生産は不安定である。そのため最近では、夏どりレタス栽培に地温上昇抑制効果のあるマルチ資材を導入する生産者が多くなっており、これらの使用により収量が増し、品質の安定化が図られることが知られている^{6, 17, 18)}。しかし、これらマルチ資材が生育、収量に及ぼす要因を、地温や土壌水分との関連で

詳細に検討した報告は少ない。

また、レタスの窒素多肥による異常球多発や生育抑制の報告^{10, 16, 22, 27)}もみられるが、地温上昇抑制効果のあるマルチ資材を使用した場合、窒素多施用による生育への影響や窒素の動態については不明な点が多い。

本報告では、地温上昇抑制効果のあるマルチ資材を含む数種類のマルチ資材について、地温や土壌水分の変動を調査し、夏どりレタスの生育、収量に及ぼす影響を明らかにした。また、近年増加している高うね全面マルチ処理の効果もあわせて調査した。さらに、地温上昇抑制効果のあるマルチ資材を使った場合の窒素施用量が夏どりレタスの生育に及ぼす影響を検討した。

試 験 方 法

試験は1988～1990年の3年間、北海道立上川農業試験場畑作園芸科（土別市）の圃場（褐色低地上）で行った。播種はいずれの年も6月6日で、収穫は8月上旬の初夏まき夏どり作型とした。育苗は水稲育苗箱を使用してV4ペーパーポット（直径3.8cm、高さ5.0cm、六角ポット）により露地で行った。各年次の気象は、1988年は6月下旬

1991年4月26日受理

*¹ 本報の一部は、1989年度北海道園芸研究談話会研究発表会で発表した。

*² 北海道立上川農業試験場畑作園芸科、095 土別市東山町3294番地

*³ 北海道立上川農業試験場（現北海道立十勝農業試験場、082 河西郡芽室町）

が高温、7月中～下旬が低温で経過し、6月上～中旬を除き多照少雨であった。1989年は7月下旬～8月上旬が高温で経過し、6月下旬を除き多照少雨であった。1990年は6月上旬～7月上旬が高温で経過し、7月上旬を除き寡照少雨であり、3年間を通じ生育期間中は乾燥傾向にあった。育苗日数は21～24日で、定植期の葉数は3～4葉であった。

1 マルチ資材試験

品種は1988年が「カルマー MR」、1989および1990年は「キングシスコ」を用いた。処理は無マルチ (NM) を対照として、1988年が白黒ダブルマルチ (BW, 以下「白黒ダブル」と略)、シルバーマルチ (SL, 以下「シルバー」と略)、黒マルチ (BL, 以下「黒」と略)、透明マルチ (CL, 以下「透明」と略) の5処理で、1989年はこれらに「白黒ダブル」による高うね全面処理 (HA, 以下「高うね全面」と略) を加えた6処理とした。また、1990年は無マルチを対象に、「白黒ダブル」、「透明」、「高うね全面」とミラネスクひえひえ (MH, 以下「ひえひえ」と略) の5処理とした。試験区設計は1988年が1区26株、1989年が1区36株 (「高うね全面」区は1区160株) のそれぞれ3反復、1990年は1区20株 (「高うね全面」区は1区60株) の2反復で実施した。

肥料は硫酸アンモニウム、過リン酸石灰、硫酸加里を用い、a 当り施肥量は要素量で窒素2.0kg (ただし1990年は1.5kg)、リン酸1.5kg、カリ1.8kgとした。栽植密度はベッド幅が80cm、うね幅40cm、

株間35cmの2条植えで、通路を60cmとして408株/aとした。なお、「高うね全面」の栽植密度はうね幅45cm、株間35cmとして5畦おきに60cmの通路をとり、501株/aであった。

地温は深さ10cmで自記記録計により測定し、1時間毎の値より平均値を算出した。土壌水分は深さ10cmおよび20cmでテンシオマノメーター (CO PAL PG-100-102G) により測定した。

2 窒素施用試験

品種は1988年が「カルマー MR」、1989および1990年は「オリンピア」を用いた。a 当り施肥量は要素量で、標準施肥が窒素2.0kg (ただし1990年は1.5kg)、リン酸1.5kg、カリ1.8kgに対し、窒素多施用は窒素4.0kgとした。また、1988年は窒素少肥として窒素1.0kg/a 区を設けた。各処理には「白黒ダブル」によるマルチ区と無マルチ区を設け、1988年は1区48株、1989年は1区26株のそれぞれ3反復、1990年は1区20株の2反復とした。なお、栽植密度はマルチ資材試験と同じである。

1989年は定植直前の6月28日、結球期頃の7月18日、収穫期頃の8月11日の3回、土壌の無機態窒素 (アンモニア態窒素+硝酸態窒素) を測定し、1990年は定植後の7月6日、結球期頃の7月24日、収穫期頃の8月16日、収穫後1か月頃の9月10日の4回、土壌を風乾後に硝酸態窒素を測定した。また、1990年には定植半月後の7月13日、結球期頃の7月24日、収穫期頃の8月17日に各処理のレタスを採取し生重量を測定した後、60℃で95時間

Table 1. Influence of various mulches on soil temperature at 10cm depth.

Mulch treatment ^a	Temperature (°C)		
	1988 ^b	1989 ^c	1990 ^d
NM (Control)	22.1 ± 3.8 ^e	23.0 ± 3.4	22.8 ± 2.7
BW	20.9 ± 2.4	22.5 ± 2.5	23.0 ± 1.9
SL	21.5 ± 2.5	23.6 ± 2.8	—
BL	21.3 ± 3.0	24.2 ± 2.6	—
MH	—	—	23.5 ± 1.9
CL	26.4 ± 5.3	25.5 ± 3.2	26.4 ± 3.5
HA	—	23.3 ± 2.8	23.3 ± 2.2

^a NM: no-mulch; BW: black and white laminated film (trade name is "Shirokuro daburu maruchi"); SL: silver laminated film; BL: black polyethylene film; MH: near-ultraviolet reflecting polyolefin film (trade name is "Miranesuku-hichie"); CL: clear polyethylene film; HA: high ridge and allow mulch with BW.

^b From Jul. 2 to Aug. 1.

^c From Jul. 2 to Aug. 15.

^d From Jul. 12 to Aug. 15.

^e Mean ± SD.

乾燥させて乾物重量を測定した。さらにこの材料を用いて作物体の全窒素含有率を測定した。

土壌のアンモニア態窒素と作物体の全窒素含有率はセミマイクロケルダール法により、土壌の硝酸態窒素はフェノール硫酸法により定量した。

結 果

1 マルチ資材試験

表1には各マルチ処理区での平均地温を、図1には地温の日変化を示した。「透明」区の平均地温は26℃前後と各区中最も高く、1日を通じて地温は常に他区より高く推移し、地温の日変化も大きかった。それに対し、対照区である「無マルチ」区の平均地温は、22~23℃と比較的低く、日最高地温は「透明」区に對いで高いが、地温の日変動は各区中最も大きかった。一方、「白黒ダブル」区は平均地温、日最高地温とも、対照の「無マルチ」区より低く、地温の日変動は最も小さかった。これら3区以外の区は、平均地温は「無マルチ」区とほぼ同程度で、日最高地温は「透明」区より明らかに低く対照区と「白黒ダブル」区の間であり、地温の日変動も同傾向を示した。

土壌水分測定値 (pF 値) はマルチ区がいずれも「無マルチ」区より低く、また、「高うね全面」区で土壌水分の変動が小さくなる傾向がみられた (表2)。

1990年は欠株が発生し、対照の「無マルチ」区で30%近い欠株率を示したのに対し、「透明」区は70%以上の高い欠株率を示した (図2)。「高うね全面」区の欠株率は20%程度で「無マルチ」

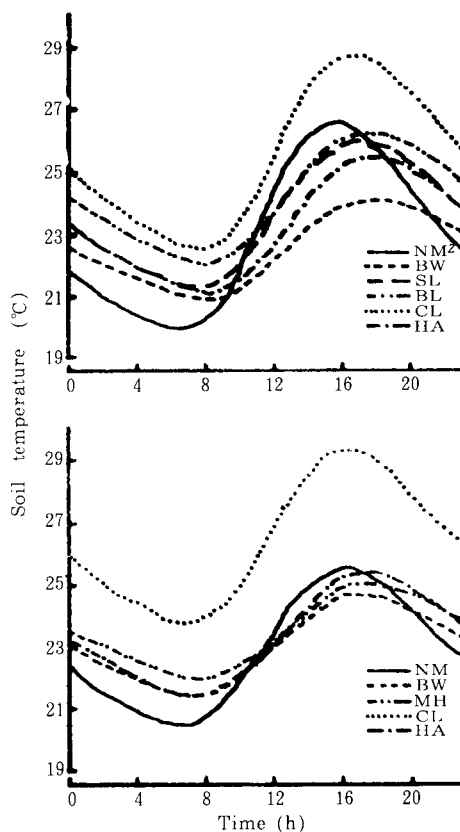


Fig.1. Diurnal changes in average soil temperatures of the experimental periods under various mulch treatment.

Above : from Jul.2 to Aug.15, 1989.

Below: from Jul.12 to Aug.15, 1990.

* Abbreviation of mulch treatment is the same as those in Table 1.

Table 2. Influence of various mulches on soil moisture contents (pF) at different soil depth.

Mulch treatment*	1988 ^b		1989 ^c		1990 ^d	
	10cm	20cm	10cm	20cm	10cm	20cm
NM (Control)	2.70 ± 0.24 a ^e	2.63 ± 0.33 a	2.05 ± 0.32 a	2.00 ± 0.27 a	1.87 ± 0.37ns	2.13 ± 0.39 a
BW	2.54 ± 0.26 b	2.46 ± 0.32bc	1.79 ± 0.22 c	1.90 ± 0.25 b	1.75 ± 0.25ns	1.80 ± 0.18 b
SL	2.56 ± 0.24 b	2.40 ± 0.26cd	1.81 ± 0.21bc	1.87 ± 0.22bc	-	-
BL	2.62 ± 0.19ab	2.55 ± 0.30ab	1.84 ± 0.28bc	1.91 ± 0.19ab	-	-
MH	-	-	-	-	1.79 ± 0.32ns	1.74 ± 0.30 b
CL	2.41 ± 0.35 c	2.29 ± 0.29 d	1.88 ± 0.32bc	1.94 ± 0.24ab	1.72 ± 0.22ns	1.76 ± 0.22 b
HA	-	-	1.80 ± 0.27bc	1.77 ± 0.17 c	2.05 ± 0.27ns	1.82 ± 0.22 b

* Abbreviation of mulch treatment is the same as those in Table 1.

^b From Jul.18 to Aug.3 except Jul.22,24,29, and 30.

^c From Jul.3 to Jul.26 except Jul.6.

^d From Jul.13 to Aug.4 except Jul.22,28 and 29.

^e Mean ± SD. Mean separation within columns for each mulch treatment by Duncan's multiple range test, 5% level.

区と同程度であったが、「白黒ダブル」区や「ひえひえ」区はほとんど欠株が認められなかった(図2)。

収穫期は「無マルチ」区に比べ、「白黒ダブル」区、「シルバー」区および「高うね全面」区で早まる傾向がみられ、1989および1990年では「無マルチ」区に比べ1~2日早く、1988年では9日早くなった(表3)。

1989年は抽だいの発生が多く、対照の「無マルチ」区において、8月20日には30%以上の株が抽だいた(図3)。「透明」区の抽だいた率は、「無マルチ」区より明らかに高く、8月20日の抽だいた

Table 3. Harvest time of each mulch treatment.

Mulch treatment*	1988	1989	1990
NM (control)	Aug.16	Aug. 9	Aug. 9
BW	Aug. 7	Aug. 8	Aug. 8
SL	Aug. 7	Aug. 8	-
BL	Aug.15	Aug. 9	-
MH	-	-	Aug. 9
CL	Aug.16	Aug. 8	Aug.11
HA	-	Aug. 7	Aug. 7

* Abbreviation of mulch treatment is the same as those in Table 1.

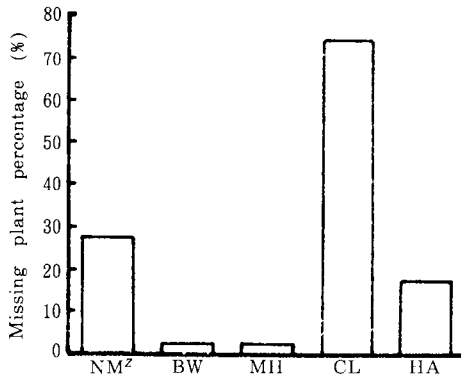


Fig. 2. Effect of various mulch treatments on missing plant (Aug. 10, 1990).

* Abbreviation of mulch treatment is the same as those in Table 1.

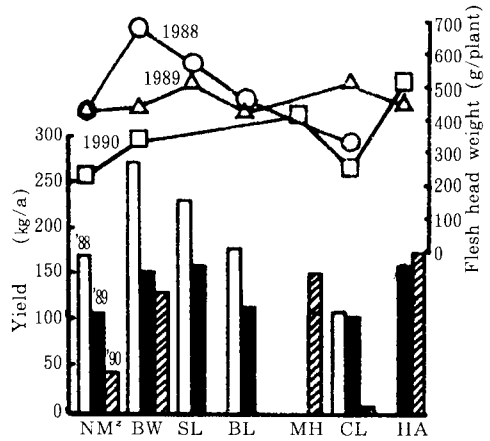


Fig. 4. Effect of various mulch treatments on yield and flesh head weight.

* Abbreviation of mulch treatment is the same as those in Table 1.

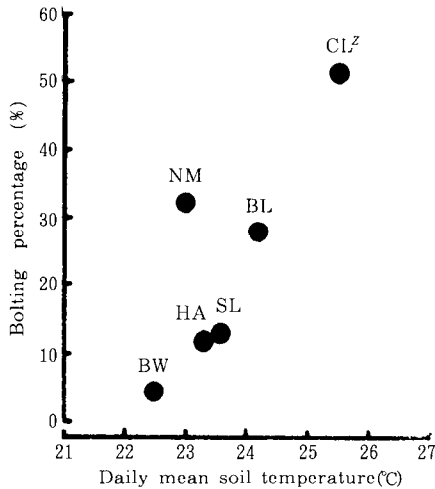
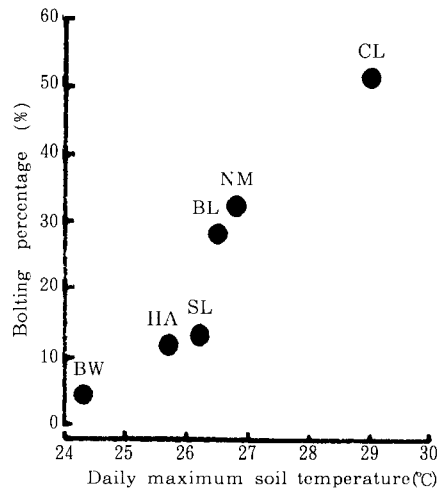


Fig. 3. Relationship between bolting on Aug. 20 and soil temperatures under various mulch treatment (1989).

* Abbreviation of mulch treatment is the same as those in table 1.



率は50%を超えた。これに対し、「白黒ダブル」区の抽だい率は最も低く、他の「黒」、「シルバー」、「高うね全面」区の抽だい率は「無マルチ」区と「白黒ダブル」区の間位置した。この抽だい率の関係は、日最高地温の高低の順位とよく一致した。

「無マルチ」区に比べ、「白黒ダブル」区、「シルバー」区、「高うね全面」区および「ひえひえ」区の収量は比較的良好であったが、「透明」区はいずれの年も低収であった(図4)。また、1988および1990年においては、「無マルチ」区および「透明」区は小玉となる傾向を示した。

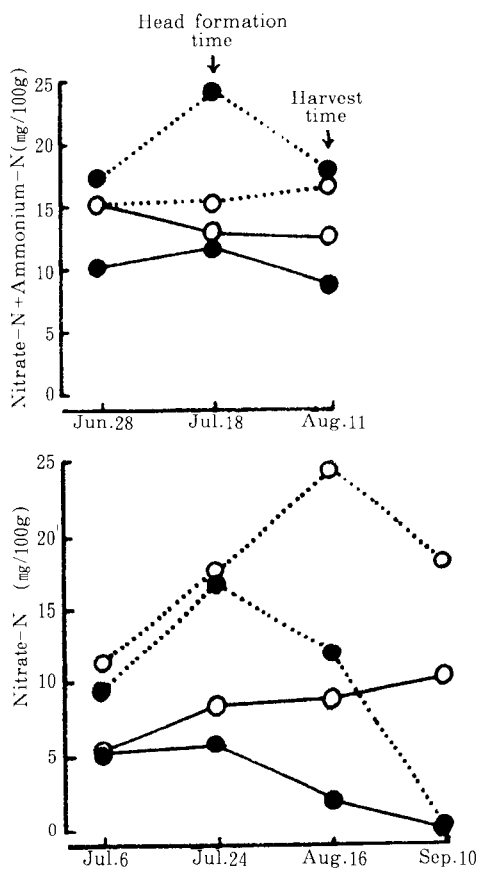


Fig.5. Changes of mineral-N in soil as affected by N fertilizer rate and with (○) and without (●) mulch.

Above:1989. N rate: -;2.0kg/a.;4.0kg/a.
Below:1990. N rate: -;1.5kg/a.;4.0kg/a.

2 窒素施用試験

土壌中の無機態窒素含量(1990年は硝酸態窒素)の推移を図5に示した。窒素多施用の場合、定植後の6月下旬から、標準施肥以上の無機態窒素が認められた。さらに、無機態窒素含量が最も多い時期は、1989,1990年ともマルチ区では収穫期頃、無マルチ区では結球期頃で、その量は15mg/100g以上と高かった。また、1989年の窒素多施用の無マルチ区では、生育期間中の無機態窒素含量が20mg/100g前後と多めで推移した。しかし、1990年の9月10日には、マルチ区では窒素多施用によって18mg/100g以上の硝酸態窒素が残存して

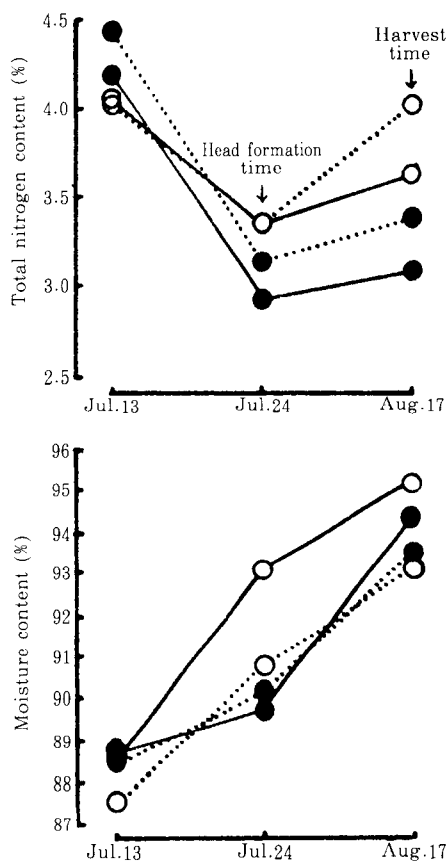


Fig.6. Changes of nitrogen and moisture content in plant as affected by N fertilizer rate and with (○) and without (●) mulch (1990).

N rate: -;1.5kg/a.;4.0kg/a.

Above:nitrogen content. Below:moisture content.

いたのに対し、無マルチ区では残存する硝酸態窒素はほとんどなかった。

標準施肥では、マルチ、無マルチ区とも生育期間中の土壌中の窒素量は、1989年が無機態窒素で15mg/100g以下、1990年が硝酸態窒素で10mg/100g以下であった。さらに、1990年には収穫1か月後の9月10日においてもマルチ区で、10mg/100g程度の硝酸態窒素が残存していた。

作物体の窒素含有率は、結球期以降は窒素多施用の方が標準施肥より高く、収穫期でその差はやや大きくなったが、いずれも3~4%ほどであった(図6)。また、マルチ区は無マルチ区に比べ、生育前半の窒素含有率がわずかに低いものの、結球期以降は高くなり、土壌中の残存窒素含量の推移と同様の傾向がみられた。作物体の水分含有率は、標準施肥のマルチ区が他の処理区より高い値で推移し、収穫期で95%程度であった(図6)。

1990年は、外葉の生育不良による小玉や不結球の発生がみられたが、マルチの有無にかかわらず、窒素多施用によってその発生が多かった(図7)。

窒素多施用での収量は標準施肥に比べ、1989年を除き、1球重が軽くなることにより減少する傾向がみられ、マルチをしても同様であった(図8)。また、1989年においても窒素多施用の無マルチでは1球重が軽く、収量が劣った。窒素少肥における収量も標準施肥の90%以下であった。

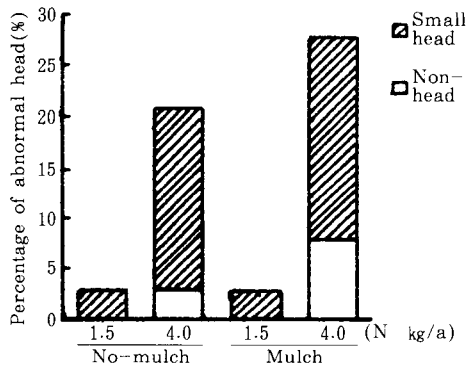


Fig.7. Effect of N fertilizer rate with and without mulch on abnormal head formation (Aug.10, 1990).

考 察

高温期の地温は、中村ら¹⁸⁾が報告しており「白黒ダブル」の使用により低く抑えられ、「ひえひえ」においてもほぼ同様の結果が得られた。LiptayとTiessen¹⁴⁾によれば、クラフト紙によるマルチが地温上昇を抑制する原因は、太陽光を反射し土壌に熱を伝えないためとしている。また、地温上昇を抑えるマルチの色は銀色や灰色が効果的であることが知られている³⁾。

「白黒ダブル」や「ひえひえ」は表面の色が白~灰白色であるため太陽光を反射し、地温上昇を抑えるものと推察される。

全面マルチは、通常一般のマルチ処理より地温が上昇する^{12・21)}が、地温上昇抑制効果のある「白黒ダブル」を高うね全面処理した場合も、「白黒ダブル」に比べ地温は高めであった。

しかし、その地温は「シルバー」や「黒」より低く、高うね全面処理をしても「白黒ダブル」は地温上昇抑制効果のあることが確認された。

また、ポリマルチをすることにより土壌水分が減少しにくいことが認められている^{1・8・12・14・23)}が、「白黒ダブル」や「ひえひえ」においても同様の効果が認められた。

このように、「白黒ダブル」や「ひえひえ」は無マルチに比べ土壌水分を安定して保持するため、土壌の比熱が高く、地温の変動が小さくなったものと考えられる。

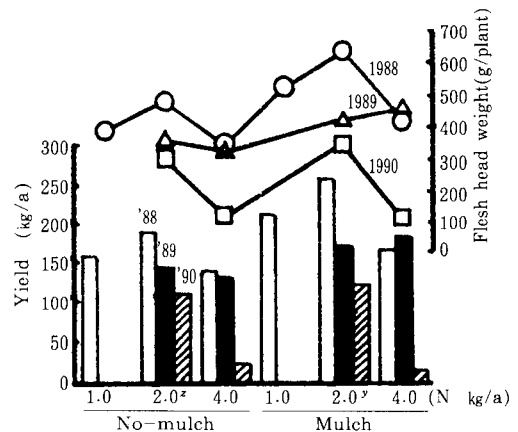


Fig.8. Effect of N fertilizer rate on yield and flesh head weight.

* N rate in 1990 was 1.5kg/a.

レタスの抽だいは通常、高温・長日で早まり^{5,7,9,24,29)}、高地温でも早まる¹⁹⁾が、土壤水分は抽だいに影響しない¹⁵⁾とされている。

夏どり栽培は高温・長日下の作型であるが、平均地温、日最高地温と抽だいらの関係を見ると、特に日最高地温が上昇するにつれ、抽だいらは明らかに高まった。そのため、「透明」を使うことで対照の「無マルチ」より一層、高地温となるため、より抽だいらが高まったものと考えられる。また、「透明」における日中の高地温は、より多くの欠株の発生を誘発するものと推察される。

一方、無マルチでは、土壤は乾燥傾向であり、地温の変動が大きいため、日最高地温は「透明」に次いで高く、このことが「透明」に次ぐ多くの抽だいや欠株の発生につながったものと推察される。

レタスの生育適温はおおよそ15~20℃とされている^{5,7,24)}が、地温においては日平均25℃以上では収穫期が遅れ、抽だいや欠株の発生が増すものと考えられる。

レタスにおける中肋部突出やうず巻状の異常球の発生は、窒素施用量が多く乾燥状態で多くなるとの報告^{16,22)}がある。本試験では、窒素多施用では標準施肥より小玉や不結球が多いことが認められ、無マルチで乾燥状態が重なることでさらに球が小さくなる傾向がみられた。

これらの土壤中の無機態窒素の状態をみると、1989年は小玉傾向であった窒素多施用の無マルチで、生育期間中20mg/100g前後と多かった。また、1990年の土壤中の硝酸態窒素も、窒素多施用ではマルチ、無マルチとも、生育期間中はほぼ10mg/100g以上と、標準施肥より常に多かった。窒素濃度が高すぎると外葉の生育が抑制され、結球が遅れたり不結球となることがある¹¹⁾が、褐色低地土の場合、生育期間中、常に10mg/100g以上の硝酸態窒素が残存する場合は、これらの生育異常が発生しやすくなると思われる。

藤村ら²⁾は作物体の窒素含有率が3.0~3.5%でカリ含有率が1.5~2.0%の時、レタスの結球生産が良かったと報告している。本試験の結果、正常な生育を示した標準施肥のマルチ区で窒素含有率は3.6%であったが、生育不良の他の処理区においても窒素含有率が3~4%の範囲にあり、窒素含有率だけから生産性を述べるのは難しいと考え

られる。また、作物体の水分含有率は、標準施肥のマルチ区で他の処理区に比べ結球期以降の増加が大きく、正常な生育を示すものほど収穫時の水分含有率が高い傾向にあった。このことより、正常な生育のものほど多汁であり、食味や貯蔵性に影響を与えるものと推察された。

レタスに対する窒素施肥量は、作土の深い、保水性の良い、好適pHの土壤条件であれば3kg/a位までは収量が増大する^{4,12,27)}が、4kg/aでは生育抑制を起こす²⁷⁾。また、マルチを使用する場合は窒素の溶脱が少なくなるため、無マルチに比べ20~30%の減肥で良い成果を納めている事例がある²⁸⁾。

本試験でも窒素4kg/aでは障害が多く、高温期の「白黒ダブル」による栽培の窒素施肥量は北海道施肥標準の1.5kg/a位が適当と思われた。しかし、作物の硝酸含量などの内部品質も問題となってきている²⁹⁾ため、これらの観点からの施肥量の検討も今後必要であろう。

また、同一マルチの2作利用も多くなっている²⁵⁾が、土壤中の硝酸態窒素は、「白黒ダブル」の使用により、収穫期および収穫後1か月でも10mg/100g程度の残存が認められた。しかし、肥料の過剰吸収により球の形成が遅れ、球の充実が不良になったり¹⁰⁾、高温期には品種によっては過大軟球が誘発される可能性もあるため²⁶⁾、施用する肥料形態などをさらに検討することが必要である。

「高うね全面」では「白黒」と比べ地温がやや上昇し、生育、収量は一般マルチ処理の場合より劣ることがある。しかし、「シルバー」と同程度の地温上昇抑制効果が認められ、工藤ら¹³⁾が指摘するように、土地利用度や除草が不用なことなど長所も多く、有効な一方法と考えられる。一方、栽植密度は一般栽培より高く、全面マルチ処理であるため、この栽培法に適した施肥量および施肥方法の検討が必要である。

以上、高温期のレタス栽培では「白黒ダブル」など地温上昇抑制効果のあるマルチを使用することで、地温、土壤水分が適度に保たれ、窒素の溶脱も少なくなることが明らかとなった。したがって、高温期のレタス栽培で「白黒ダブル」などの地温上昇抑制効果のあるマルチ資材の使用が有効で、この使用により品質、収量の安定が期待される。

一方、窒素過剰の場合は、欠株の発生や外葉の生育抑制がおこり、小玉や不結球が誘発され、乾燥時には一層その可能性が大きいことが示唆された。今後、地温上昇とレタスの生育の関係を栄養生理的な面から解明し、その生育阻害要因を究明する必要がある。また、土壌毎の窒素の動態を明らかにし、夏どり栽培でのマルチ施用時の適正施肥量を決定していく必要がある。

謝 辞 上川農業試験場長砂田喜與志氏には本稿の取りまとめに際し御指導と御助言を賜った。前上川農業試験場長仲野博之氏には本試験を遂行するにあたり多大な援助と御教示をいただいた。上川農業試験場総括専門技術員多賀辰義博士には終始懇篤な御助言を賜るとともに本稿の御校閲をいただいた。上川農業試験場土壌肥料科(現中央農業試験場土壌肥料科)長谷川進氏には窒素分析に際し御援助と有益な示唆をいただいた。十勝農業試験場主任専門技術員伊丹清二氏には本稿を取りまとめるにあたり貴重な御助言をいただいた。記して深甚の謝意を表す。また、上川農試畑作園芸科職員各位には多大な御協力をいただいた。ここに厚くお礼申し上げる。

引用文献

- 1) 荒木陽一, 五島 康." 施設野菜のかん水開始点とかん水量に関する研究. III セルリー及びレタスについて". 野菜試報 (A). 11, 177-187 (1983).
- 2) 藤村 良, 森 俊人, 北野辰行, 青木喜昭." レタスの施肥に関する研究, (1)発育に伴なう肥料の吸収と窒素・加里およびその割合が発育に及ぼす影響". 園芸学会雑誌. 29, 191-196 (1960).
- 3) 藤原辰行, 浜田国彦, 西田典行, 桐村義孝." 園芸作物に対するポリマルチング栽培に関する研究 第4報. 色マルチによる温度および雑草防除効果". 兵庫県立農試研報. 17, 97-98 (1969).
- 4) Hemphill, D. D.; Jackson, T. L. "Effect of soil acidity and nitrogen on yield and elemental concentration of bush bean, carrot, and lettuce". J. Am. Soc. Hortic. Sci. 107, 740-744 (1982).
- 5) 平岡達也." レタスの花成および抽台の生態, 生理に関する研究". 神奈川県農総研報. 111, 1-76 (1972).
- 6) 北海道立上川農業試験場畑作園芸科." 夏どりレタスの栽培指標". 平成3年度普及奨励ならびに指導参考事項. 北海道農政部編. 1991. p. 109-114.
- 7) 岩間誠造, 夔 淳." 標高と蔬菜類の生態, (7)高冷地に於けるレタスの生態". 園芸学会雑誌. 22, 203-216 (1954).
- 8) 岩見直明, 河野 信, 高橋洋二." ホーリーシートを利用したレタスの直播栽培法[1]". 農業および園芸. 41, 1199-1201 (1966).
- 9) 加藤 徹." 生育経過からみたレタスの栽培技術". 農業及園芸. 38, 1854-1858 (1963).
- 10) 加藤 徹." レタスの合理的な施肥方法". 農業および園芸. 41, 912-916 (1966).
- 11) 加藤 徹." 生育のステージと生理生態(レタス)". 野菜全書, レタス, サラダナ, セルリー, ハナヤサイ, ブロッコリー, 基礎生理と応用技術, 2版. 農山漁村文化協会. 1983. p. 31-98.
- 12) 工藤 馨, 渡辺文平, 渡辺 肇." 富士北麓へのレタス全面マルチ栽培の導入試験". 明治大農学部研報. 65, 35-51 (1984).
- 13) 工藤 馨, 渡辺文平, 渡辺 肇." 富士北麓へのレタス全面マルチ栽培の導入試験. (2)レタスの連作とその障害対策としてのマリーゴールドの導入". 明治大農学部研報. 75, 7-17 (1987).
- 14) Liptay, A. M.; Tiessen, H. "Influences of polyethylene-coated paper mulch on soil environment". J. Am. Soc. Hortic. Sci. 95, 395-398 (1970).
- 15) Majmudar, A. M.; Hudson, J. P. "The effects of different water-regimes on the growth of plants under glass, II. Experiments with lettuces (*Lactuca sativa* Linn.)". J. Hortic. Sci. 32, 201-213 (1957).
- 16) 松本悦夫, 塚田元尚, 長瀬嘉迪." レタス異常球の発生要因について". 長野県野菜花き試報. 2, 27-34 (1982).
- 17) 民部田武雄, 高橋義尚, 中村正輝, 工藤啓治郎, 藤原 修, 中村 毅, 白木正範." やませ地帯における露地レタスの作型". 東北農業研究. 33, 247-248 (1983).

- 18) 中村正輝, 中村 毅." 夏どりレタスにおける白黒ダブルマルチの増収効果". 東北農業研究. **29**, 237-238 (1981).
- 19) Rappaport, L.; Wittwer, S. H. "Flowering in head lettuce as influenced by seed vernalization, temperature, and photoperiod". Proc. Am. Soc. Hortic. Sci. **67**, 429-437 (1956).
- 20) 下野勝昭." 平成元年度. 北海道立試験研究機関外国派遣研修報告書". 北海道立道南農業試験場. 1990. p.10-14.
- 21) 菅原和仁, 佐藤忠士, 高橋義尚, 阿部 隆, 金野義雄." レタス移植栽培におけるマルチ様式と栽植密度". 東北農業研究. **40**, 303-304 (1987).
- 22) 高野利康, 浜島直巳." そ菜の灌がいに関する研究, (3)カンラン, レタスの窒素施肥量と灌がいの関係". 長野県園試報告. **10**, 8-19 (1972).
- 23) 高野利康, 浜島直巳." 高冷地における直まきレタスのポリマルチ栽培". 農業および園芸. **48**, 55-59 (1973).
- 24) Thompson, H.C.; Knott, J. E. "The effect of temperature and photoperiod on the growth of lettuce". Proc. Am. Soc. Hortic. Sci. **30**, 507-509 (1933).
- 25) 塚田元尚." 高冷地におけるレタスの作型と栽培技術". レタス, 生理と栽培技術. 地域別に見たレタスの作型と栽培技術. 誠文堂新光社. 1986. p.108-120.
- 26) 塚田元尚." レタスの生理と栽培の基礎". レタス, 生理と栽培技術. 誠文堂新光社. 1986. p.1-85.
- 27) 塚田元尚." レタスの形態と栄養生理". 農業技術大系. 土壌肥料編. 2 作物の栄養と生育. 1 生育の形態と栄養. 農山漁村文化協会, 1987, p.113-119.
- 28) 渡辺芳明, 木下耕一, 浅利 寛." ポリマルチング栽培に関する研究, (1)レタス・スイートコーンに対する時期別効果と窒素の施用量について". 山梨県農試研報. **17**, 45-60 (1974).
- 29) 山崎肯哉." 数種蔬菜の花分化に関する研究. 特に環境感受性の生育段階的推移に就いて". 園芸試研報. **B1**, 88-141 (1962).

Effects of Mulches and Nitrogen Fertilizing on the Growth of Summer Harvesting Head Lettuce in the Northcentral of Hokkaido.

Koji KAWAGISHI*, Takehiko TSUCHIYA**
and Toshio TSUCHIYA*

Summary

In order to clarify the effects of mulches and nitrogen fertilizing on the growth of summer harvesting head lettuce, soil temperature, moisture content and mineral nitrogen in soil under the mulches were investigated on the Brown Lowland Soils from 1988 to 1990. Five kinds of films for mulching were as follows; black and white laminated film (BW), silver laminated film (SL), black polyethylene film (BL), near-ultraviolet reflecting polyolefin film (MH) and clear polyethylene film (CL).

1. The high soil temperature was controlled under the BW, and then the variation was smaller than under no-mulching (NM; control) or under the other mulches. In addition, soil moisture content under BW tended to decrease more slowly than in NM. Consequently, bolting of head lettuce was prevented more in the BW plot and the growth was better than in the other plots.

2. In each of CL and NM plots, bolting of head lettuce was increased and the yield was less. This was because soil temperatures under the CL was higher than the others, and the soil temperature in the NM was so variable that the maximum temperature was higher than the others. It was supposed that the soil temperature over 25 °C was unsuitable for the growth of head lettuce.

3. The abnormal head formation was increased and the growth was inferior in the high nitrogen fertilized plots (N 4.0kg/a), since the mineral nitrogen content in the soil were more than 20 mg/100g. It was supposed that the abnormal growth was frequently caused by more than 10 mg/100g nitrate nitrogen on the Brown Lowland Soils.

4. It is recommended to use a mulch film like BW to get a stable quality and yield on head lettuce cultivation, because these mulch films had kept the soil temperature moderate and soil moisture even in the summer season in Hokkaido.

*Hokkaido Prefectural Kamikawa Agricultural Experiment Station, Shibetsu, Hokkaido, 095, Japan.

**Hokkaido Prefectural Tokachi Agricultural Experiment Station, Memuro, Hokkaido, 082, Japan.