

# 畝内施肥と畝上施肥を用いたレタス減肥栽培における安定生産

大森誉紀 横田仁子

## Reduced fertilizer cultivation of lettuce by Fertilization in ridge and surface

OOMORI Takanori and YOKOTA Satoko

### 要 旨

全面全層施肥体系の収量では、標肥区または 20%増肥区が高く、減肥するほど収量は低下した。畝内施肥体系では、20%～50%減肥区の収量は全面全層標肥区とほぼ同等で、減肥区、標肥区、増肥区の順に収量は低下した。畝内施肥体系で 20%～40%の減肥栽培では、レタス生育期間中の気象に左右されることなく安定生産が可能で、畝上施肥を併用すると初期生育が良好で、大玉かつ可販球率が高まり、収量は高まった。低廉な簡易施肥機の利用で、省力的に畝内施肥が可能であった。

キーワード：レタス，畝内施肥，硫酸，畝上施肥，簡易施肥機

### 1. 緒言

愛媛県の冬春レタス生産は、昭和 50 年に栽培面積 109ha、収穫量 1900 t あり、その後、年々栽培面積は増加し、平成 2 年には栽培面積 344ha、収穫量 7100 t と最大となった。平成 10 年には栽培面積で 84%、収穫量で 95%とやや減少し、平成 21 年には栽培面積が最大時の 41%、収穫量が最大時の 39%になるなど、この 10 年で県内のレタス生産は大幅に縮小した。この理由として、近年の原油価格の高騰による包装等出荷資材費および肥料費の増加や、他県の主産地と比べ価格差が大きいこと、また、包装機が導入されてから 20 年近く経ち、更新時期を迎えているものの、高齢化や後継者不足などから機器更新をあきらめ、廃作する生産者が増えたことなどがあげられる。その一方で、新規参入者がほとんどいないため、産地の規模が急激に小さくなったと考えられ、生産意欲はますます低下していることから、レタスの生産振興のためには生産コストの削減が必要と思われる。

生産費低減対策の一つとして、肥料費の低減が考えられる。近年、畝内局所施肥機が開発（農林水産省、2010）され、肥料や農薬の使用量低減が可能となり、農機メーカーによる販売も始まった。しかし、県内のレタス産地は生産基盤が脆弱で、高価な畝内局所施肥機等の新規導入は今のところ難しいと思われ、既存の

小型機械利用栽培体系の中で、施肥改善による施肥コスト削減が好ましいと考えた。

そこで、既存のレタス栽培体系を改良し、肥料費を低減しつつ安定生産、L 玉生産が可能となる施肥方法を開発することを目的に試験を行った。

### 2. 材料および方法

#### 2.1 全面全層施肥と畝内施肥の比較（試験 1）

2009 年と 2010 年に水稲作付後の所内水田で、レタス品種‘レガシー’を用い試験を行った。供試肥料はレタス専用配合肥料 602 (N:P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>:K<sub>2</sub>O=16:10:12) で標準施肥量を 180kg/10a (窒素成分で 29kg/10a) とし、全面全層施肥体系と畝内施肥体系にそれぞれ 5 水準の施肥試験区(表 1)を設けた。なお、全面全層施肥体系では、整地後、全面全層施肥一耕起一畝立て・マルチ張り一定植の体系で作業し、畝内施肥体系では、整地後、畝立て部分のみ施肥一畝立て・マルチ張り一定植の体系で作業した。

耕種概要は、2009 年がパーク堆肥を 3 t /10a 全面散布した後、10 月 23 日に定植し、12 月 2 日に農ビによるトンネル被覆、1 月 12 日にトンネル内の株に不織布を被せ二重被覆とし、2 月 1 日に収穫した。2010 年は牛ふん堆肥を 3 t /10a 全面散布した後、10 月 27 日に定植し、前年と同様に 12 月 1 日にトンネル被覆、1 月 5

日に二重被覆を行い、1月31日に収穫した。栽植様式は、兩年とも畝幅1.5m、株間30cm、3条千鳥植え、試験規模は2009年が1区9m<sup>2</sup>で2反復、2010年が1区12m<sup>2</sup>で3反復とした。

収量調査は、2009年には3条×8列の24株、2010年には3条×10列の30株について、外葉を含めた全重と結球部だけの結球重を各株測定した。結球重が250g以下の小球やタケノコ球等の変形球は除外とし、除外以外の球を可販球として可販球率、可販球収量を求めた。また、可販球の結球重に応じて2L(550g以上)、L(450~550g)、M(350~450g)、S(250~350g)とし、階級別割合を求めた。結球緊度は結球部の縦径、横径、高さ及び結球重から求め(西条, 1990)、2009年度に測

定した。

栽培畝の土壌中無機態窒素は、2009年には畝立て直後と収穫直後に採土し、定法(愛媛県農林水産部普及指導課, 1998)により測定した。

また、全面全層施肥体系と畝内施肥体系における畝内の肥料の分布状況を可視的に把握するため、2009年10月16日に、全面全層施肥体系では1.2m幅に消石灰800kg/10a相当を均一散布後、ロータリで12cmの深さまで耕起し、畝立て成型機を装着した乗用管理機で天幅60cm、裾幅85cm、高さ20cmで畝立てした(図1上:破線は畝立て予定部)。畝内施肥体系では畝の中心から左右30cmの範囲内に消石灰800kg/10aを散布し、直ちに乗用管理機で同様に畝立てした。

表1 全面全層施肥と畝内施肥の比較試験(試験1)の試験区

区名	レタス肥料施用量 (kg/10a)	窒素施用量 (Nkg/10a)
全面全層 20%増肥	216	35
全面全層 標肥	180	29
全面全層 20%減肥	144	23
全面全層 35%減肥	117	19
全面全層 50%減肥	90	14
畝内 20%増肥	216	35
畝内 標肥	180	29
畝内 20%減肥	144	23
畝内 35%減肥	117	19
畝内 50%減肥	90	14

レタス肥料はレタス専用配合肥料602(N:P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>:K<sub>2</sub>O=16:10:12)を供試

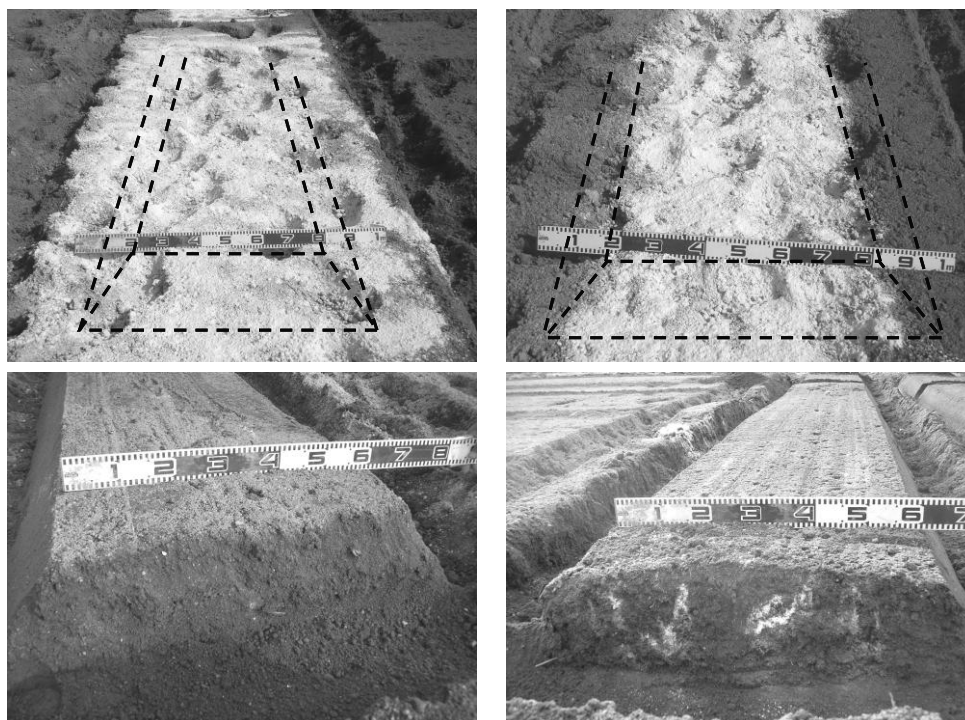


図1 全面全層施肥体系と畝内施肥体系の肥料の畝内分布

左上：消石灰を全面（畝立て部分と通路部分：幅120cm）に散布 右上：畝立て部分のみ（幅60cm）に消石灰を散布  
 いずれも、破線は畝立て予定部分  
 左下：左上写真の破線部分を畝立て 右下：右上写真の破線部分を畝立て

## 2.2 畝上施肥の併用によるレタス生育・収量の向上 (試験 2)

2011 年に水稻作付後の所内水田で、レタス品種‘シスコ’を用い試験を行った。全面全層施肥体系で標準量施肥した区を全面全層標肥区、3割減肥した区を全面全層3割減肥区、試験1と同様な畝内施肥体系で4割減肥した区を畝内4割減肥区とした(表2)。また、畝内施肥体系でレタス専用配合肥料の施用量を標準施肥量の3割とし、畝立て後マルチ展張前に標準施肥窒素量の4割を硫安で畝上に施用する畝上併用3割減肥区も設置した。

耕種概要は、10月14日に食品残渣と剪定枝を原料とする堆肥3t/10aを全面散布し、施肥、畝立てした後10月17日に定植し、12月2日に農ビによるトンネル被覆、12月12日または19日に収穫適期株から順に収穫した。栽植様式は試験1と同じで、試験規模は1区9m<sup>2</sup>の4反復とした。

収量等の調査は2010年と同様に行った。また、12

月12日と19日の収穫のうち、12日分の割合を一斉収穫率とした。栽培畝の土壌調査は、収穫跡地の無機態窒素を測定した。

## 2.3 簡易施肥機を使用した施肥作業の省力化(試験3)

2011年に水稻作付後の所内水田で、簡易施肥機を用いた施肥作業と手散布による施肥作業の作業負荷量を比較した。耕起・整地後の水田に簡易施肥機散布区と全面手散布区を設け、レタス専用配合肥料を施用した。簡易施肥機は一輪タイプの追肥機(M社製、ホッパー容量は28L)で、レタス栽培に用いる3列ホールマルチの条間に施肥するよう散布位置を調節した後、シャッター開度2.5、歩行速度0.6m/秒で作業した。試験規模は両区とも畝幅1.5m、畝長50m(60m<sup>2</sup>)の1区制とした。

作業負荷量調査では、作業時間、作業歩数および心拍数を測定した。心拍数はデジタル自動血圧計(O社製)を用い、施肥作業の前後に測定した。

表2 畝内施肥に畝上施肥を併用した試験(試験2)における試験区

区名	レタス肥料施用量 (kg/10a)	硫安施用量 (kg/10a)	窒素施用量 (Nkg/10a)
畝上併用3割減肥	55	50	19.3
畝内4割減肥	108	-	17.3
全面全層3割減肥	126	-	20.2
全面全層標肥	180	-	28.8

レタス肥料は専用配合肥料602(N:P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>:K<sub>2</sub>O=16:10:12)を供試

畝内施肥は、畝間予定部分は無施肥で、畝立て部分のみ施肥し、畝立て後マルチ展張

畝上施肥は、畝立て後マルチ展張前に畝表面に肥料を散布

## 3. 結果

### 3.1 全面全層施肥と畝内施肥におけるレタスの生育と収量(試験1)

2009年度は、全面全層施肥体系では施肥量が少ない区ほど全重、結球重、可販球率および収量が低下した。一方、畝内施肥体系では逆に、施肥量が少ない区ほど全重、結球重、可販球率および収量は増加した。結球緊度は、いずれの試験区も0.2g/cm<sup>3</sup>であった(表3)。

2010年度は、全面全層施肥体系の全重、結球重、可販球率および収量は、20%減肥区でいずれの項目も高く、これより増肥あるいは減肥するほど低下した(表4)。畝内施肥体系では、全重と結球重は20%減肥区で高く、これより増肥あるいは減肥するほど低下し、可販球率と収量は35%減肥区で高く、減肥するほど低下した。

2009年度と2010年度のレタス収量の平均値を図2に示した。全面全層施肥体系では標肥区または20%増肥区が高く、減肥するほど低下した。畝内施肥体系では20%減肥区から50%減肥区が同等で、これらは全面全層標肥区の収量とほぼ同等であった。また、畝内施肥体系では減肥区、標肥区、増肥区の順に収量は低下した。

階級別割合も2009年度と2010年度の平均値で示した(図3)。全面全層施肥体系では、L以上の割合が20%増肥区で52%と最も高く、減肥するほど減少する傾向にあった。一方、畝内施肥体系では20%減肥区または50%減肥区でL以上の割合が53%または51%と高く、減肥区、標肥区、増肥区の順にL以上の割合は低下した。両施肥体系とも、L以上の割合が低い区ではSや格別の割合が増加した。

表3 全面全層施肥と畝内施肥における施肥水準とレタスの生育、収量 (2009年)

区名		全重	結球重	可販率	収量	結球緊度
		(g/株) 指数	(g/株) 指数	(%)	(t/10a) 指数	(g/cm <sup>3</sup> )
全面全層	20%増肥	898 (104)	524 (104)	100	3.5 (103)	0.2
	標肥	867 (100)	503 (100)	100	3.4 (100)	0.2
	20%減肥	827 (95)	443 (88)	92	2.7 (79)	0.2
	35%減肥	785 (91)	431 (86)	83	2.4 (71)	0.2
	50%減肥	688 (79)	378 (75)	75	1.9 (56)	0.2
畝内	20%増肥	659 (76)	371 (74)	58	1.4 (41)	0.2
	標肥	752 (87)	460 (91)	83	2.5 (74)	0.2
	20%減肥	805 (93)	484 (96)	100	3.2 (94)	0.2
	35%減肥	796 (92)	469 (93)	100	3.1 (91)	0.2
	50%減肥	851 (98)	505 (100)	100	3.4 (100)	0.2

( ) は全面全層施肥体系の標肥区の値を100とした時の割合

表4 全面全層施肥と畝内施肥における施肥水準とレタスの生育、収量 (2010年)

区名		全重	結球重	可販率	収量
		(g/株) 指数	(g/株) 指数	(%)	(t/10a) 指数
全面全層	20%増肥	690 (94)	388 (100)	93	2.4 (96)
	標肥	732 (100)	389 (100)	97	2.5 (100)
	20%減肥	805 (110)	435 (112)	100	2.9 (115)
	35%減肥	691 (94)	391 (101)	97	2.5 (101)
	50%減肥	649 (89)	352 (90)	87	2.0 (81)
畝内	20%増肥	690 (94)	375 (96)	90	2.2 (89)
	標肥	727 (99)	399 (103)	89	2.3 (94)
	20%減肥	748 (102)	450 (116)	86	2.6 (103)
	35%減肥	721 (98)	416 (107)	97	2.7 (107)
	50%減肥	700 (96)	418 (107)	87	2.4 (96)

( ) は全面全層施肥体系の標肥区の値を100とした時の割合

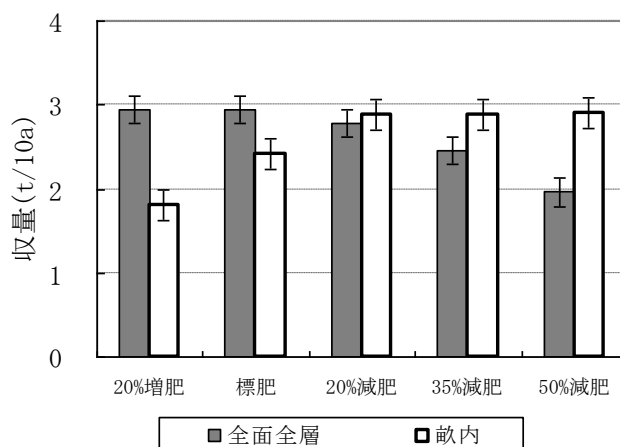


図2 レタスの収量 (2009年と2010年の平均)

注) エラーバーは標準誤差を示す。

畝内施肥と畝上施肥を用いたレタス減肥栽培における安定生産

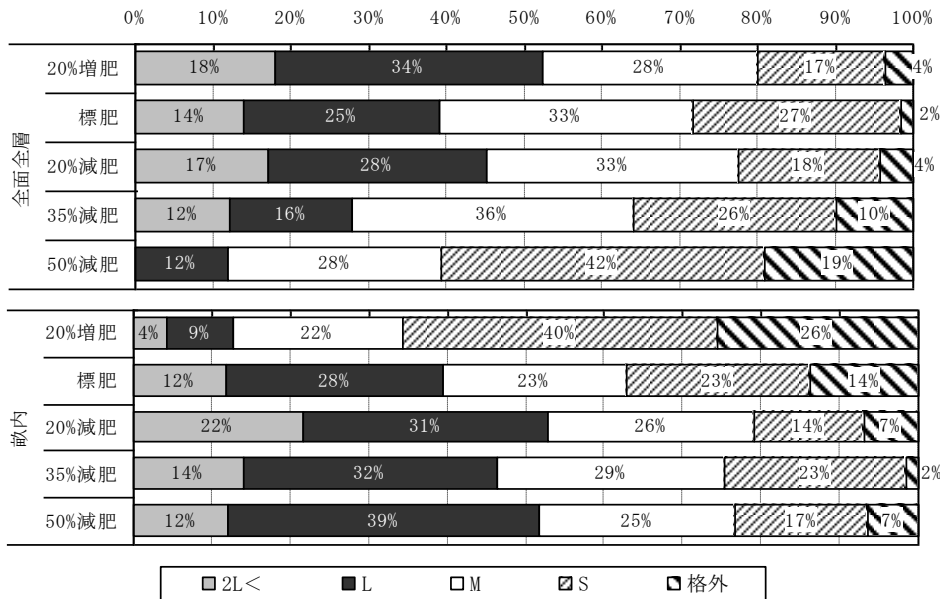


図3 レタスの階級別割合（試験1：2009年と2010年の平均）

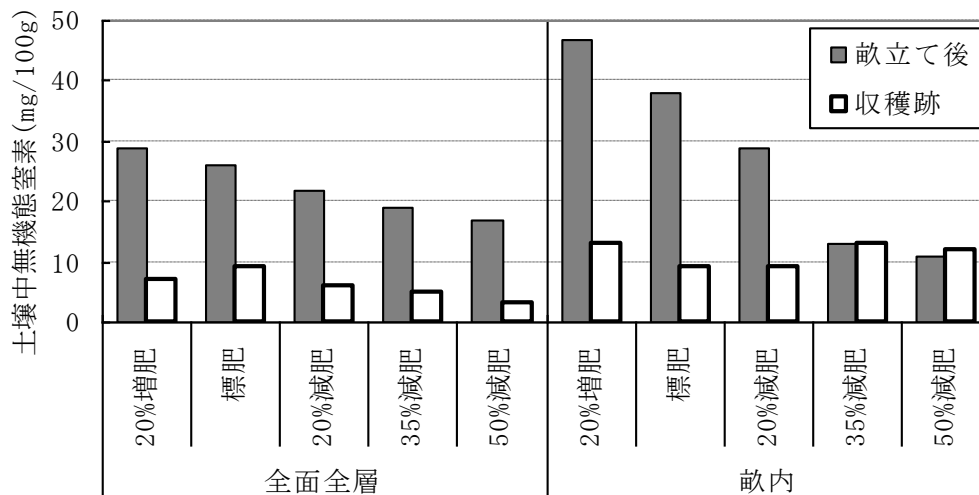


図4 全面全層施肥と畝内施肥における各施肥区の土壌中無機態窒素濃度（2009年）

3.2 全面全層施肥と畝内施肥における肥料の分布および土壌中肥料成分（試験1）

肥料の畝内での分布を確認するため、消石灰を用い、施肥体系の違いによる畝内の分布の違いを観察した（図1）。全面全層施肥体系では均一に混和され、消石灰の畝内での分布は確認できなかった。一方、畝内施肥体系では消石灰が畝内に不均一に分布していることが観察された。

全面全層施肥体系と畝内施肥体系の各施肥試験区における畝立て直後、または収穫跡地の畝内土壌中無機態窒素濃度を図4に示した。畝立て後では、両施肥体

系とも20%増肥区が最も高く、施肥量が減少するにつれて無機態窒素濃度は低下した。畝内施肥体系の20%増肥区、標肥区、20%減肥区では、全面全層施肥体系のそれぞれの区の約1.5倍高かったが、35%減肥区および50%減肥区では逆に畝内施肥体系で低かった。収穫跡では、標肥区を除くいずれの区も、全面全層施肥体系よりも畝内施肥体系が高かった。

3.3 畝上施肥の併用によるレタスの生育と収量（試験2）

全重は、畝上併用3割減肥区が全面全層標肥区および

全面全層3割減肥区よりも有意に大きかった(表5)。結球重は、畝上併用3割減肥区が有意に最も大きく、次いで畝内4割減肥区と全面全層標肥区で、全面全層3割減肥区は有意に小さかった。可販球率および収量は、畝上併用3割減肥区で高く、全層3割減肥区で低かった。一斉収穫率は、畝上併用3割減肥区で74%と高く、他の3区は49~51%であった。

階級別割合では、L以上の割合が畝上併用3割減肥区で72%と最も高く、次いで畝内4割減肥区または全面全層標肥区で53%または46%であった。全面全層3割減肥区は23%と最も低かった(図5)。

### 3.4 畝上施肥の併用による土壤中肥料成分(試験2)

収穫跡地の畝内土壤中無機態窒素濃度は、畝上併用3割減肥区で最も高く、20mg/100g以上残存しており、次いで畝内4割減肥区、または全面全層標肥区であった。全面全層3割減肥区は3mg/100gと最も低かった(表6)。

### 3.5 簡易施肥機を使用した施肥作業の省力化(試験3)

簡易施肥機を使うことで、作業歩数は約4割、作業時間は約5割に減少した(表7)。しかし、心拍数増加率は逆に大きかった。これは、耕起直後の圃場で施肥したため、簡易施肥機の車輪が土壤に潜り込んだためである。

表5 畝内施肥に畝上施肥を併用した時のレタスの生育、収量(試験2)

区名	全重 (g/個)	結球重 (g/個)	可販球率 (%)	収量 (t/10a)(指数)	一斉収穫率 (%)
畝上併用3割減肥	716 <sup>a</sup>	540 <sup>a</sup>	92	3.3(138)	74
畝内4割減肥	625 <sup>ab</sup>	468 <sup>b</sup>	75	2.3(96)	51
全面全層3割減肥	551 <sup>b</sup>	384 <sup>c</sup>	61	1.6(67)	50
全面全層標肥	591 <sup>b</sup>	440 <sup>bc</sup>	82	2.4(100)	49

収穫は12月12日と19日に行い、このうち12日に収穫した割合を一斉収穫率とした。  
 全重は、外葉重と結球重の合計  
 全重と結球重の欄の異なるアルファベットは、チューキーの多重検定で有意差あり。  
 ( ) は全面全層標肥区の値を100とした時の割合

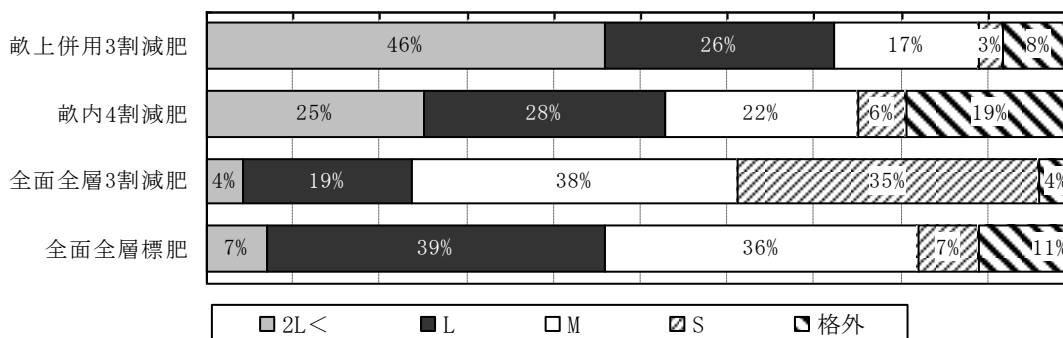


図5 レタスの階級別割合(試験2)

表6 畝内施肥に畝上施肥を併用した時の土壤中無機態窒素濃度(収穫跡地)

区名	無機態窒素 (mg/100g)
畝上併用3割減肥	21
畝内4割減肥	7
全面全層3割減肥	3
全面全層標肥	6

表 7 簡易施肥機使用時の作業負荷量

区名	機械施肥量 (kg/10a)	手散布施肥量 (kg/10a)	作業時間 (分/10a)	作業歩数 (歩/10a)	心拍数 増加率
簡易施肥機 散布	69	—	21 (54)	820 (39)	1.35
全面手散布	—	120	39 (100)	2098(100)	1.23

簡易施肥機は、シャッター開度が2.5、歩行速度が0.6m/秒で使用  
作業時間と作業歩数の欄の ( ) 内は、全面手散布を100とした時の指数  
心拍増加率は、作業終わり時の心拍数÷作業始めの心拍数  
被験者は、身長167cm、体重80kgの40代男性

#### 4. 考察

収穫時の結球緊度はいずれも同じであったことから、調査株の取り遅れはなく、また結球重が重いとレタスは大玉であることを表している。全面全層施肥体系では施肥量が多いほど、畝内施肥体系では減肥区で、いずれも階級別割合の L 以上の割合が高く、また可販球率も高い。このことから、レタスで収量を高めるためには、大玉で、かつ可販球率を高めることが重要である。

全面全層施肥体系の標肥区の収量を 100 とした時の収量指数は、全面全層施肥体系では 2009 年度が 56～103、2010 年度が 81～115 であった。畝内施肥体系では同様に 41～100、89～107 であった。両施肥体系とも 2010 年度は収量差が小さかった。レタス生育期間中の気象は、2009 年度は平年よりも高温多雨で、2010 年度は平年よりも低温少雨であった。このため結球重は、2009 年度は大玉傾向で施肥試験区間の差が大きく、2010 年度は小玉傾向で各施肥試験区間の差が小さかったことから、2010 年度は収量差が小さくなったと考えられた。高温多雨年や低温少雨年でも共通して、畝内施肥体系の減肥区では全面全層・標肥区と同程度の収量が得られ、さらに試験 2 でも、全面全層施肥 3 割減肥で減収し、畝内施肥体系では 4 割減肥しても L 以上の階級が高く全面全層施肥の標肥区と同等の収量が得られた。これらのことから、畝内施肥体系で 2 割から 4 割程度の減肥栽培ではレタス生育期間中の気象に左右されることなく、安定生産が可能であると考えられた。

畝内施肥体系では、減肥区よりも標肥区や増肥区で収量が低下した。全面全層施肥体系では畝間にも施肥し、圃場全面に肥料が均一に分布するが、畝内施肥体系では、畝間へ施肥される分の肥料を畝内に施用するため、畝内の塩類濃度は高い。このため、畝内施肥体系の 20%増肥区や標肥区では土壤中の塩類濃度がレタス生育の好適範囲を超え、生育が抑制されたものと思われた。2010 年度は少雨で肥料の溶脱は少なかったと

考えられることから、2010 年度の全面全層施肥体系における標肥区や 20%増肥区が減肥区に比べて低収であったことも、同様の理由であると思われた。

畝内施肥に硫酸の畝上施肥を併用し、標準施肥量の 3 割減肥することで、全面全層施肥体系の標肥区に比べ、収量で約 1.4 倍高かった。また、可販球率で 10%、一斉収穫率で 25%、L 以上の割合で 20%それぞれ高かった。このことから、畝上施肥の併用は、生育を早めることで収量を高める効果があることが推察された。収穫跡地の土壤中無機態窒素は 20mg/100g と高いが、施肥窒素の約半量が硫酸で畝上施用しており、マルチ栽培であることから、硫酸中の窒素の流亡や揮散が少なく、畝表面に窒素が保持されレタスの生育に効果的であったものと思われる。これについては今後詳細な検討を実施したい。

高度化成肥料や配合肥料を用いた場合、施肥量の 3 割減肥で約 1 万円/10a の施肥コスト削減になる。しかし、農水省農業経営統計調査ではレタスの農業経営費は 25～27 万円であり、施肥コスト削減がレタスの経営に及ぼす影響は大きくはない。このため、減肥の効果はコスト削減の面だけで評価するのは不十分で、作業の省力化の面からも評価する必要がある。

肥料を手散布で全面全層施肥する場合は、圃場に均一に散布することは容易である。しかし、畝内施肥では圃場に均一に散布することは難しい。そこで試験 3 では、歩行型一輪タイプの施肥機を用い、簡易かつ正確に条施肥を行ったところ、手散布に比べ作業時間では 54%、作業歩数では 39%に省力化された。さらに、近年は畝立て同時畝内部分施肥機等を用いて減肥しても安定生産が可能(小林, 2010) なことの報告もあり、大規模農家を中心に注目されている。今回の試験を通じて、低廉な簡易施肥機を利用することでも大きな施肥の省力効果が得られ、また、畝上施肥と併用することで慣行栽培以上のレタスの生育収量が得られることから、これらの組み合わせはレタス栽培において実用的と思われる。

### 謝辞

本試験は、愛媛県植物防疫生産資材協会を通じて、JA 全農肥料委託試験として実施した。ここに記して関係者にお礼申し上げる。

### 引用文献

- 愛媛県農林水産部普及指導課 (1998) : 8 無機態窒素, 土壤・作物体診断マニュアル, 25-28.
- 小林尚司 (2010) : 畝内表層施肥同時畝立て成型マルチを用いるレタス施肥の減量・省力化, 農業と科学 11月号, 1-4.
- 西条了康 (1990) : 農産物収穫後の生理と品質, 5. 野菜の品質・貯蔵性, 植物栄養実験法, 博友社, 東京, 452-464.
- 農林水産省 (2010) : 肥料を大幅に削減できる露地野菜向け部分施肥技術, 農業新技術 2009-生産現場への普及に向けて-, 5.