

秋どりレタスの耐湿性品種の選定と 高畝・全面マルチによる湿害軽減対策

貝塚隆史・村崎 聡*・中原正一・鈴木雅人**

Select the Cultivars and Use of Ridges, Allover Mulch for Reducing
the Harmful Effects of Soil Flooding

Takashi KAIJZUKA, Satoshi MURAZAKI, Masaichi NAKAHARA and Masahito SUZUKI

Summary

We conducted investigations with the aim of reducing the harmful effects of soil flooding for lettuce harvesting in autumn. The seeds of lettuce were sown between the first 10 days in September from the middle in August, we selected 'Godzilla', mid preparation weight and high incidence of the standard A, and 'Star Ray', the high rate of increase preparation weight and high comparatively incidence of the standard A under the flooding in 19 cultivars of the lettuce. We thought that ridges were effective in terms of reducing the harmful effects of soil flooding in lettuce cultivation, because the groundwater level of ridges was lower than that of the level row, and lettuces under flooding condition were significant few influences. The lettuces showed good growth and development and were ready for harvest in autumn, because the soil moisture changed few. Therefore, the use of ridge and allover mulch reduced the harmful effects of soil flooding.

キーワード：全面マルチ，高畝，湛水，地下水位

I. 緒言

野菜類の露地栽培では天候不順によって作柄が不安定になることがみられ、とくに、施設栽培と比較し、降雨が不安定要因となることが多い。夏秋作では台風による暴風雨や秋霖による長雨で、圃場において湛水害が発生し、収量の減少および品質低下を招くことがある。茨城県では2004年10月に台風22, 23号の相次ぐ襲来による集中豪雨および長雨によって、露地野菜生産は大きな被害を受け、市場への安定供給に支障をきたした。

一方、レタスはブロッコリー、ネギ等とともに湿害を受けやすい作物であること(但野ら, 1979)が知られている。本県の露地野菜で秋どりレタス栽培は、県西部を中心に469ha(茨城県, 2006)の作付けがあり重要な基幹作物である。2003年に10a当たり2,290t(茨

城県, 2005)の収穫量であったものが、2004年は10a当たり1,410t(茨城県, 2006)に減少し、露地野菜の安定生産を目的とした生産技術の開発が急務となった。

そこで、2005年から独立行政法人農業・食品産業技術総合研究機構野菜茶業研究所を中核とし、7研究機関からなる高度化事業『関東地域・露地野菜産地における降雨リスク軽減技術の確立』の中で、秋どりレタス栽培における湿害を軽減する新技術の体系化に取り組んできた。

本研究では、1) 湿害に強い品種を播種期ごとに選定し、2) 湿害を軽減する新技術の体系化として、レタス栽培における高畝・全面マルチを利用した降雨リスク軽減技術の検討を行った。

* 現：茨城県農業総合センター鹿島地帯特産指導所

** 現：茨城県農業総合センター

II. 材料および方法

実験1 耐湿性に優れたレタス品種の選定

播種期は、収穫が10月中旬からとなるように8月中旬から3回行った。供試品種として、8月15日播種は‘ケイズル’‘ラプトル’‘サンバレー’‘サウザー’‘キャスパー’‘OGR326’‘スマート’（対照品種）、8月25日播種では‘ゴジラ’‘ヘジラ’‘シニア’‘ララポート’‘Zレタス’‘クリスタル’‘パトリオット’（対照品種）、9月6日播種で‘カスケード’‘スターレイ’‘ネージュ’‘ウィザード’‘みずさわ’（対照品種）を用いた。いずれの品種も培養土（N:150mg・L⁻¹, P₂O₅:1000mg・L⁻¹, K₂O:150mg・L⁻¹）を充填した128穴セルトレイに1穴当たり1粒播種した。8月15日播種は9月1日に、8月25日播種では9月12日、9月6日播種で9月26日に、N:1.5kg・a⁻¹, P₂O₅:1.5kg・a⁻¹, K₂O:1.5kg・a⁻¹を施与した地下水位調節圃場へ定植した。8月15日播種では白黒ダブルマルチを、8月25日および9月6日播種は黒色マルチを展開したベッドに株間を30cm、条間は27cmで1ベッド4条千鳥植えにした。試験規模は、いずれも1区15株で行った。

湛水処理は、8月15日播種は9月17日、8月25日播種で9月30日、9月6日播種では10月24日にい

ずれも結球始期から5日間株元まで地下から水位を上昇させ、地下水位0cmの状態にし、湛水処理を行わなかったレタスとの重量、結球の大きさ、結球緊度、A品球率および萎れ程度を比較して耐湿性を評価した。

実験2 作畝方法、マルチングが湛水処理したレタスの生育に及ぼす影響

供試品種として‘アビオン’を用い、8月11日に実験1と同様な培養土を充填した200穴セルトレイに1穴当たり1粒播種した。9月3日にN:1.0kg・a⁻¹, P₂O₅:1.0kg・a⁻¹, K₂O:1.0kg・a⁻¹を施与し、白黒ダブルマルチを展開した地下水位調節圃場に定植した。

処理区は高畝・全面マルチ区および高畝・無マルチ区として、畝間70cmで株間27cmの単条高畝を作畝し、対照として実験1と同様に株間を30cm、条間は27cmで1ベッドに4条千鳥植えする平畝・マルチ区を設置した。湛水処理はいずれの区も結球始期（10月5日）から5日間、地下水位を上げて行った（図1）。試験規模は1区12株をサンプリングし、4反復で行った。

収穫したレタスは重量、結球の大きさ、結球緊度およびA品球率を測定した。

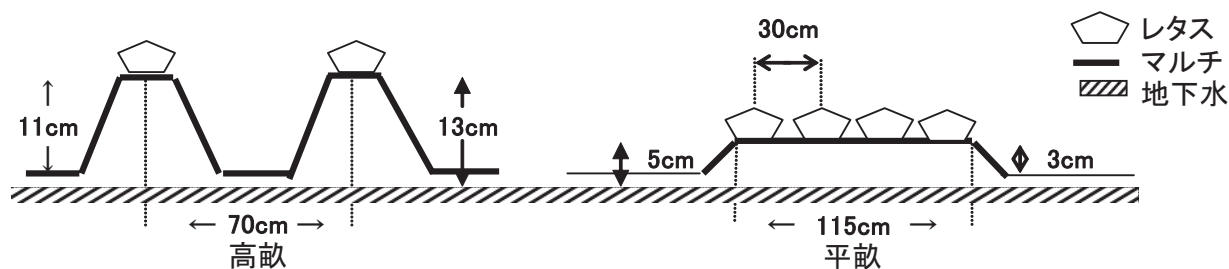


図1 作畝および湛水処理時の地下水位

実験3 現地における高畝・全面マルチ栽培の適用性

試験は坂東市長須地区（沖積土）において実施した。供試品種として‘アビオン’を用い、8月10日に培養土（N:150mg・L⁻¹, P₂O₅:1000mg・L⁻¹, K₂O:150mg・L⁻¹）を充填した200穴セルトレイに1穴当たり1粒播種した。施肥は8月8日に、N:1.0kg・a⁻¹, P₂O₅:1.0kg・a⁻¹, K₂O:1.0kg・a⁻¹を施与した。8月9日に作畝を行い、試験区は実験2と同様に高畝・

全面マルチ区ならびに高畝・無マルチ区および平畝・マルチ区を設置した。栽植様式および定植位置を図2に示した。高畝・全面マルチ区は、専用のマルチャーで作畝し、また、高畝・無マルチも畝間80cmの単条高畝とした。一方、平畝・マルチ区はベッド幅115cmで4条千鳥植えの平畝とした。高畝・全面マルチ区および平畝・マルチ区は、白黒ダブルポリマルチを展開した。

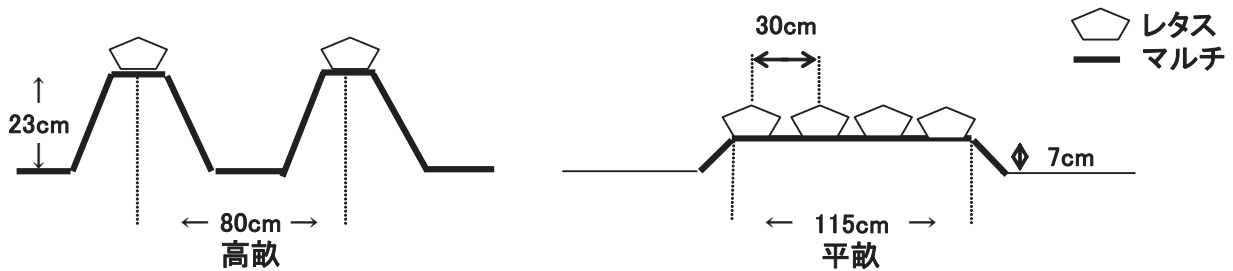


図2 作畝方法

定植は8月29日に行い、8月30日から適宜灌水し、レタスの活着を促した。

調査は、ECHOプローブ（Decagon社）で試験区中央の地下10cmの土壤水分を定植時、活着後および収穫前にそれぞれ測定し、収穫物は生育調査を行った試験区10株のサンプリングを3反復行い、レタスの重量、結球の大きさ、結球緊度およびA品球発生率を測定した。

次に、坂東市長須地区（沖積土）で高畝・全面マルチ栽培の適用性を検討した。供試品種として‘ラプトル’を8月21日に200穴セルトレイに播種し、9月4日に定植した。試験区は高畝・全面マルチ区および高畝・無マルチ区を設置し、栽植はいずれの区も株間27cm、条間45cmとした。施肥量および管理作業は農家慣行でいずれの区も同等に管理した。収穫は10月20日に収穫に至ったレタスを収穫する拾いどりで1区を連続に定植した50株として10反復行い、レタスの重量、結球の大きさ、結球緊度、A品球発生率および収穫個数を測定した。

Ⅲ. 結果

実験1 耐湿性に優れたレタス品種の選定

灌水処理を行ったレタスの収穫時における生育および無処理との比較を表1に示した。8月15日播種において、‘サンバレー’は‘スマート’より全重および調製重が大きく、調製重は無処理との対比が131と最も高かった。しかし、供試した他の6品種はいずれも無処理よりも全重および調製重が小さかった。球高/球径比は‘ラプトル’でやや高く、灌水処理でもさらに高まったが、‘サウザー’および‘OGR326’は無処理との対比が低かった。結球緊度をみると、いず

れの品種も無処理と同等であった。A品球発生率は、‘ケイズル’‘サンバレー’および‘OGR326’でみられず、無処理との対差も‘キャスパ’で同等であったが他では減少した。萎れ程度はいずれの品種も‘スマート’より低く、‘キャスパ’が32.9で著しく低かった。

8月25日播種で全重は‘パトリオット’より‘ゴジラ’は著しく大きかったが、‘ヘジラ’‘シニア’および‘Zレタス’は小さく、調製重では‘パトリオット’より大きい品種はみられず、無処理との対比も‘パトリオット’で高く、‘ゴジラ’および‘シニア’が同等であった。球高/球径比は‘ゴジラ’で対比がやや高まり、‘Zレタス’は低下した。灌水処理したレタスの結球緊度は‘ゴジラ’および‘シニア’で低かったが、無処理との対差はやや高まった。A品球発生率は、‘ゴジラ’で60%と著しく高く、次いで‘ララポート’で、無処理との対差をみても‘ゴジラ’は顕著に高まった。萎れ程度は‘ララポート’が‘パトリオット’より高く、他品種は同等であった。

次に、9月6日播種では‘みずさわ’より‘スターレイ’および‘ウィザード’が全重と調製重が大きく、無処理との対比も著しく高かった。球高/球径比は灌水処理で品種間差はみられなかったが、‘ウィザード’は対比が低く、灌水処理で扁平になった。結球緊度は‘みずさわ’で低く、灌水処理で高まったが、他の品種では無処理との対差が小さくなった。A品球発生率は‘ウィザード’ではみられず、‘スターレイ’で最も高く、無処理との対差もやや大きかった。萎れ程度は‘みずさわ’が最も低く、‘ネージュ’は高かった。また、9月6日播種は、8月15日および8月25日播種よりも総じて低かった。

表1 湛水処理を行ったレタスの収穫時における生育・収量

播種日	品種名	全重		調製重		球高/球径比		結球緊度 ^z		A品球発生率		萎れ程度 ^w
		(g)	対比 ^y	(g)	対比 ^y	指数	対比 ^y	指数	対差 ^x	(%)	対差 ^x	
8月15日	ケイズル	775	(94)	522	(93)	0.80	(94)	0.40	(-0.04)	0	(-58.6)	56.5
	ラブトル	613	(90)	430	(96)	0.91	(107)	0.31	(0.00)	33.3	(-9.6)	53.3
	サンバレー	761	(108)	502	(131)	0.77	(99)	0.29	(-0.05)	0	(-41.7)	50.6
	サウザー	587	(79)	408	(77)	0.80	(89)	0.32	(0.08)	30.0	(-45.0)	32.9
	キャスパ	610	(84)	358	(77)	0.85	(102)	0.29	(0.06)	33.3	(2.9)	47.1
	OGR326	528	(64)	345	(61)	0.76	(90)	0.38	(0.05)	0	(-10.0)	51.8
	スマート	599	(78)	300	(60)	0.88	(102)	0.27	(0.08)	33.3	(-20.5)	65.8
8月25日	ゴジラ	963	(106)	495	(91)	0.80	(110)	0.25	(0.08)	60.0	(41.8)	68.3
	ヘジラ	536	(88)	397	(84)	0.90	(99)	0.31	(0.08)	0	(-44.4)	74.5
	シニア	495	(84)	275	(93)	0.82	(103)	0.20	(0.04)	0	(-50.0)	72.0
	ララポート	686	(74)	450	(69)	0.85	(101)	0.31	(0.13)	33.3	(-16.7)	81.4
	Zレタス	575	(64)	417	(69)	0.95	(87)	0.25	(0.11)	0	(-10.0)	70.6
	クリスタル	693	(70)	545	(75)	0.93	(95)	0.35	(0.06)	0	(0)	76.5
	パトリオット	754	(99)	584	(116)	0.91	(102)	0.34	(0.04)	0	(35.0)	68.6
9月6日	カスケード	527	(106)	450	(109)	0.93	(91)	0.52	(-0.15)	22.2	(22.2)	54.1
	スターレイ	869	(139)	668	(163)	0.91	(99)	0.48	(-0.18)	30.8	(7.0)	45.0
	ネージュ	631	(111)	507	(116)	0.95	(88)	0.46	(-0.17)	10.5	(0.5)	65.9
	ウィザード	1062	(133)	895	(147)	0.88	(82)	0.50	(-0.14)	0	(-43.8)	42.5
	みずさわ	640	(75)	393	(63)	0.90	(100)	0.27	(0.13)	18.8	(-14.5)	33.3

^z 調製重/結球の体積 {=調製重/ (π/6×球高×球長径×球短径)}

^y (湛水処理) / (無処理) ×100

^x (湛水処理) - (無処理)

^w Σ (指数×発生株数) / (4×調査株数) ×100

0:健全, 1:外葉1~2枚程度の萎れおよび黄化,

2:外葉4~6枚程度の萎れおよび黄化,

3:外葉の大部分もしくは結球葉一部萎れおよび黄化,

4:株全体の萎れおよび黄化, 5:枯死

実験2 地下水位がレタスの生育に及ぼす影響

地下水位の違いがレタスの生育・収量に及ぼす影響を表2に示した。

高畝・全面マルチ区では湛水処理を行っても、全重、調製重、結球の長さ、結球緊度およびA品収量は湛水無処理区と同等であったが、平畝・マルチ区で湛水処理区が湛水無処理区より全重および調製重が有意に小さく、また、A品球発生率が低下したため、A品収量(換算値)も有意に少なかった。したがって、高畝・全面マルチ区よりも地下水位が高くなる平畝・マルチ区(図1)で、地下水位の影響が大きくなったことがわかった。

実験3 高畝・全面マルチ栽培による湿害軽減と適用性

作畝方法の違いがレタスの生育に及ぼす影響を表3に示した。全重および調製重は高畝・無マルチ区が高畝・全面マルチ区および平畝・マルチ区よりも小さかった。結球の長さは平畝・マルチ区が高畝・全面マルチ区および高畝・無マルチ区よりも高さ、球長径とも短かったが、結球緊度は最も高かった。A品球発生率は高畝・全面マルチ区、高畝・無マルチ区、平畝・マルチ区の順に高く、A品収量(換算値)も高畝・全面マルチ区、高畝・無マルチ区、平畝・マルチ区の順に多かった。

表2 地下水位の違いがレタスの生育・収量に及ぼす影響

作畝方法	湛水処理	全重 (g)	調製重 (g)	結球の長さ (cm)		結球緊度 ^z	A品球発生率 (%)	A品収量(換算値) (kg・a ⁻¹)
				高さ	球長径			
高畝・ 全面マルチ	有	591	372	14.0	9.9	0.35	90	159
	無	569	340	13.9	10.2	0.30	95	154
有意性 ^y		ns	ns	ns	ns	ns	—	ns
平畝・ マルチ	有	540	326	14.0	10.8	0.30	65	147
	無	612	370	14.2	11.0	0.33	90	231
有意性 ^y		*	**	ns	ns	ns	—	**

^z 結球緊度は調製重/結球の体積 {=調製重/ (π/6×球高×球長径×球短径)}

^y *, **は同じ作畝方法内についてt-検定によりそれぞれ5%, 1%で有意差あり (n=4)

表3 作畝方法の違いがレタスの生育に及ぼす影響

作畝方法	全重 (g)	調製重 (g)	結球の長さ (cm)		結球緊度 ²	A品球発生率 (%)	A品収量 (換算値) (kg・a ⁻¹)
			高さ	球長径			
高畝・全面マルチ	818	470	12.0	13.3	0.29	96.7	240
高畝・無マルチ	663	367	12.6	12.5	0.26	80.0	156
平畝・マルチ	744	406	11.2	11.7	0.41	73.3	178

² 調製重/結球の体積 {=調製重/ (π/6×球高×球長径×球短径) }

定植した地下10cmの土壤水分率をみると(表4)、定植時に高畝・全面マルチ区が最も高く、高畝・無マルチ区が最も低かったことから、マルチングによる水分保持効果が認められた。9月10日には、9月7日に台風による降雨(データ省略)があったことから、す

べての区で定植時よりも高まり、とくに、高畝区が平畝区よりも高まった。収穫前は高畝・全面マルチ区で定植時と同等であったが、高畝・無マルチ区は定植時よりやや高まり、平畝・マルチ区でやや低下した。

表4 土壤水分率² (Mv%) の推移

作畝方法	8月28日	9月10日	9月27日
高畝・全面マルチ	37	45	34
高畝・無マルチ	26	49	29
平畝・マルチ	32	36	28

² ECHOプローブで試験区中央の地下10cmを測定し、換算した

次に、高畝栽培におけるマルチングの有無がレタスの生育に及ぼす影響をみると(表5)、1回の拾いどりで高畝・全面マルチ区の未収穫株率が1%で、高畝・

無マルチ区は26%と未収穫株数に有意差がみられ、高畝・全面マルチ区は高畝・無マルチ区よりも収穫株率が高かった。

表5 高畝栽培におけるマルチの有無がレタスの生育に及ぼす影響

作畝方法	全重 (g)	調製重 (g)	結球の長さ (cm)		結球緊度	未収穫株数 (50株中)	未収穫株率 (%)
			高さ	球長径			
高畝・全面マルチ	769	456	13.1	16.4	0.25	0.5	1.0
高畝・無マルチ	745	415	12.4	16.5	0.23	13.5	26.0
有意性 ²	ns	*	*	ns	ns	**	—

² t-検定により*, **はそれぞれ5%, 1%水準で有意差あり (n=10)

IV. 考察

耐湿性に品種間差があることは、ダイズ(望月・松本, 1991) やソバ(杉本・石井, 2001) で報告されている。レタスでは予備実験でリーフレタス系、コスレタス系および交雑系が耐湿性に優れること(未発表)がわかったので、本研究では主に交雑系を供試した。8月15日播種では萎れ程度が低いものの、湛水処理により重量の低下がみられたことや、A品球発生率が減少したため耐湿性に優れる品種は選定できなかった(表1)。8月25日播種は‘ゴジラ’の全重が湛水処理で高まり、A品球発生率が高かったため、A品収量が多くなることから有望であると考えられた。ま

た、9月6日播種は湛水処理で重量の対比が高くなる品種が多く、その中で‘スターレイ’は調製重の対比が163と高く、A品球発生率も比較的高かったことから最も耐湿性に優れる品種であると考えられた。一方、土壤の過湿は水分および養分吸収を抑制し、植物体内の代謝機能に影響を及ぼすこと(杉本, 1994)から、湛水処理でレタス重量の減少や萎れの発生がみられたと推察される。ダイズでは生育早期に不定根を誘導すると過湿の影響が軽減されること(李ら, 2003)が報告されている。本研究では、根の調査を行っていないが、レタス根の不定根発生に品種差があり、このことが湛水処理時に品種間差がみられた要因の一つと推察された。

一方、村崎・鈴木（2007）は本研究の発端となった2004年の降雨被害の要因を解析し、耕種的要因として高畝およびマルチ展開によって降雨被害が少なかったことを報告している。本研究では作畝方法がレタスの生育に及ぼす影響はみられなかったが、マルチを展開するとレタスの重量が重くなる効果が認められた（表5）。ポリエチレン製マルチには、土壤水分保持の他、地温の調節等の効果が期待されている。本研究で展開した白黒ダブルマルチは、定植が高温期であったため地温の低下を目的に利用した。高畝・無マルチ区では地温が過度に上昇し、加えて土壤水分が不足した（表4）と考えられ、これらの要因によって、A品収量が減少したと考えられた。

次に、作畝方法と地下水位の関係をみると、高畝・全面マルチ区では生育や収量に及ぼす影響はみられず、平畝・マルチ区では調製重の減少、A品球発生率の低下およびA品収量の著しい減少がみられた。マルチを展開して栽培すると、良好な生育をするにもかかわらず、平畝・マルチ区では地下水位5cmの湛水処理を5日間行くとレタスの生育が不良となった。その要因として、土壤中の溶存酸素の欠乏（但野ら、1979）が考えられるが、高畝では地下水位が同じで無マルチ区と全面マルチ区では湛水処理の影響がみられなかったことから、平畝・マルチ区で生育が劣ったのは土壤の還元化による有害物質の発生による害作用（東尾、2009）であると推察された。

現地において秋どりレタスの高畝・全面マルチ栽培を行ったところ、所内ハウスで行った実験と同様に高畝・全面マルチ栽培は、慣行栽培である平畝・マルチ栽培より良好な生育を示し（表3）、A品収量が増加した。実験3では実験2よりも畝を高くした（図1、2）が、高畝・全面マルチ区では作畝から20日経っても定植時の土壤水分は平畝・マルチ区より高く推移した（表4）。これは、土壤表面からの蒸発が抑制されたため土壤水分が保持され、このことがレタスの生育を適度に促進した結果であると考えられた。また、高畝・全面マルチ区は高畝・無マルチ区よりレタスの生育が促進され、圃場全体の揃いが良好（表5）であった。すなわち、一斉収穫にも適し収穫作業の省力化につながると考えられる。本研究では平畝・マルチ区でベッド内の土壤水分の比較を行っていないが、ベッドの中央部と端部で土壤水分の差やレタス個体間の障壁の有無で生育差が生じていると推察された。したがって、高畝・全面マルチ区では、レタスの栽植様式およ

び土壤水分の蒸発が均等であることから、生育の均一性が図られると考えられた。

秋どりレタス栽培では、耐湿性に優れる品種の作付けおよび高畝・全面マルチ栽培で湿害は軽減できるが、圃場の排水性の向上や均一性等土土的見知からも対策を講じる必要があり、費用対効果を検討しながら総合的に露地野菜の生産基盤を強化していくことが重要であると考えられた。

V. 摘要

秋どりレタス栽培において、湿害に強い品種の選定、地下水位とレタスの生育関係および高畝・全面マルチの適用性を検討した。

1. 播種期別に計19品種を供試し、8月25日播種において湛水処理で調製重は中位であるが、A品球発生率が最も高い‘ゴジラ’、および9月6日播種では湛水処理で調製重が大きく、A品球発生率が比較的高い‘スターレイ’を選定した。
2. 地下水位が低い高畝栽培は、地下水位の影響が少なく、A品収量が無処理と同等であることから、湿害軽減に効果があると考えられた。
3. 高畝・全面マルチ栽培は土壤水分が高く推移し、変動が少ないことから生育の促進および生育揃いが良好となり、適用性が高いと考えられた。

謝辞 本研究を行うにあたり、現地で栽培管理をしてくださった坂東市神坂 精氏ならびに後藤光男氏に深甚の謝意を表します。また、現地試験を行うにあたりご配慮を賜った岩井農業協同組合営農部長内田芳美氏をはじめとする関係職員の皆様ならびに坂東地域農業改良普及センター専門員木村 仁氏（現 結城地域農業改良普及センター）に深く感謝の意を表します。

本研究を通して終始暖かいご指導と助言を賜った独立行政法人農業・食品産業技術総合研究機構野菜茶業研究所業務用野菜研究チーム長東尾久雄博士ならびに農業総合センター前首席専門技術指導員横張 久氏に深く感謝の意を表します。また、栽培管理をしてくださった農業総合センター管理課分室小島和明氏ならびに松井 啓氏に心から御礼申し上げます。

引用文献

東尾久雄. 2009. 湛水耐性評価法. 平成21年度野菜

- 茶業課題別研究会資料湿害に強い露地野菜生産を目指して. 野茶研. 13-17.
- 茨城県. 2005. 茨城の園芸, 158-161.
- 茨城県. 2006. 茨城の園芸, 8-17.
- 李 廣弘・朴 相源・權 容雄. 2003. 不定根の早期誘導によるダイズの耐湿性向上. 日作紀72(1): 82-88.
- 村崎 聡・鈴木雅人. 2007. 茨城県内のレタス産地における降雨被害要因の解析. 茨城園研報15: 23-28.
- 望月俊宏・松本重男. 1991. 秋ダイズの耐湿性の品種間差異. 日作紀60(3): 380-384.
- 杉本秀樹. 2003. 水田転作畑におけるダイズの湿害に関する生理・生態学的研究. 愛媛大農学部紀要. 39: 75-134.
- 杉本秀樹・石井優秀. 2001. ソバにおける耐湿性の品種比較. 日作四国支報38: 34-35.
- 但野利秋・切本清和・青山 功・田中 明. 1979. 耐湿性の作物間差—比較植物栄養に関する研究一. 土肥誌. 50: 261-269.