

栽培条件の違いがサトイモの生育，収量および抗酸化活性に及ぼす影響

著者	鯨 幸夫，村中 智和，登内 良太，荻原 達彦，寺沢 なお子
著者別表示	Kujira Yukio, Muranaka Tomokazu, Tonouchi Ryota, Ogiwara Tatsuhiko, Terasawa Naoko
雑誌名	農業および園芸 = Agriculture and horticulture
巻	81
号	4
ページ	499-504
発行年	2006-04-01
URL	http://doi.org/10.24517/00000925



栽培条件の違いがサトイモの生育、 収量および抗酸化活性に及ぼす影響*

鯨 幸夫**・村中智和**・登内良太**・荻原達彦**・寺沢なお子**

〔キーワード〕：LP肥料，抗酸化活性，サトイモ，ズイキ，有機栽培

サトイモは栽培管理が容易なため，近年は水田転換作物として栽培されることが多い。サトイモ栽培における種イモの必要量は200～250kg/10a程度と収穫量の1/6にも達する(松本 1985)。また，サトイモの収量には種イモの品質が大きく影響するため，優良株の種イモの確保が栽培面積拡大の障害となっているばかりでなく，経営的にも大きな負担となっている。サトイモは連作に耐えない作物といわれ，一般的には3年以上の輪作が望ましい(三善ら 1971a)とされている。サトイモを連作すると生育量が減少し塊茎収量も低下するが，これはサトイモ由来の物質(宮崎ら 1979)や土壤微生物(三善ら 1971b)が関係しているとの指摘がある。5年間サトイモを連作すると，作付け初年度と比較して地上部乾重が50%減少し塊茎収量では59%低下した(続ら 1995)。この土壤およびサトイモ茎葉の水およびメタノール抽出液はダイコンならびにカブの初期生育を著しく抑制することから，サトイモの連作障害はサトイモ由来の成長抑制物質との関係も深い(続ら 1995)との指摘がある。サトイモ連作10年目の土壤では輪作土壤区よりもCaおよびMgの含有量が少ない(渥美 1956)ことも考慮し，また環境保全を前提とした作物栽培を行うことが社会的に

求められている現況を考えた場合，サトイモの栽培においても適切な栽培管理技術を確立することが必要である。本研究では，堆肥を用いた栽培，緩効性肥料を用いた栽培および土壤へのCa供給資材としての石膏(カルゲン：吉野石膏(株))施用を併用した栽培を行い，環境保全型栽培がサトイモの生育，子イモ収量に及ぼす影響について検討した。また，栽培管理を通して食品としての機能性を向上させることが可能かどうかについて検討するため，ズイキ用品種茎葉部の抗酸化活性に及ぼす栽培条件の影響についても検討を加えた。

1. 材料および方法

実験は，金沢大学教育学部角間農場において2003年に実施した。本圃場におけるサトイモ栽培は1年目である。子イモ用品種として福井県大野市上庄地区の在来品種である上庄サトイモを用い，ズイキ用品種としては八つ頭を用いた。4月20日に種イモをトップジンM水和剤500倍液に30分間浸漬し，2～3日陰干しにした。定植は5月3日に行った。堆肥区では馬糞堆肥(わら堆肥：1.2% - N, 1.1% - P, 2.0% - K)を4,000kg/10a施用した。緩効性肥料区はLP肥料(LP70：LPS100 = 30 : 35)を50kg/10aと化学肥料(日の本2号：12% - N, 8% - P₂O₅, 10% - K₂O)27kg/10aを施用した。慣行区は上床地区で行われている栽培法(1998)を基準とし，固形30号

表1 草丈の推移

試験区	6月15日	23日	30日	7月6日	21日	8月24日	9月9日	23日	10月7日
堆肥区	15.6 ± 1.1	23.5 ± 1.2	32.4 ± 1.3	40.6 ± 1.0	65.4 ± 1.2	103.3 ± 2.9	110.4 ± 3.5	114.2 ± 3.1	114.7 ± 3.5
慣行区	15.4 ± 0.8	25.1 ± 0.9	35.2 ± 1.5	43.4 ± 1.2	71.9 ± 1.8	117.4 ± 3.2	132.3 ± 3.3	132.2 ± 3.6	132.3 ± 3.0
LP + 石膏区	15.3 ± 0.9	24.8 ± 0.9	33.6 ± 0.9	41.0 ± 1.2	69.4 ± 1.7	120.4 ± 2.5	133.3 ± 2.4	133.3 ± 2.6	132.8 ± 3.0
LP区	15.5 ± 0.8	24.9 ± 0.9	32.0 ± 0.9	38.4 ± 1.0	65.7 ± 1.7	125.5 ± 5.0	132.7 ± 3.7	134.0 ± 4.1	133.9 ± 4.5
LSD (p = 0.05)	n.s.	n.s.	n.s.	3.4*	4.9*	10.6*	10.0*	10.4*	10.8*

平均値 ± 標準誤差 (n = 14), *5%レベルで有意差あり, 8月11日に子ズイキの切除。

* 本研究の一部は，日本作物学会第218回講演会において発表した。

** 金沢大学教育学部 (Yukio Kujira, Tomokazu Muranaka, Ryota Tonouchi, Tatsuhiro Ogiwara, Naoko Terasawa)

0369 - 5247/06/¥500/1論文/JCLS

(10% - N, 10% - P₂O₅, 10% - K₂O) を160kg/10aおよびソ菜3号 (15% - N, 15% - P₂O₅, 15% - K₂O) を40kg/10a施用した。また、緩行性肥料施用区に石膏を施用した試験区では、LP肥料 (上記) 50kg/10a, 石膏45kg/10a, 化学肥料

(日の本2号) 27kg/10aを施用した。各試験区の栽培面積は4m² (0.8m×5m)とした。畦幅80cmの高畦 (35cm) 栽培で2条植え (株間28cm, 深さ20cm)とし、黒マルチを用いた栽培を行った。試験は2反復とした。茎数、草丈、葉数、株の地際直径および葉のサイズを各生育時期に調査した。子イモ用品種で9回、ズイキ用品種では7回の生育調査を行った。栽培期間を通して殺虫剤の散布は行わなかった。梅雨明け頃からハスモンヨトウの発生が見られるのが一般的であるが、本圃場ではセスジスズメの幼虫が多く見られたため、葉の食害を防ぐため1週間に1度程度捕殺を行った。本葉7枚目が展開する時期から栄養成長が盛んになり、そのまま放置すると分けつ茎 (分球イモ葉身) の発生により子イモが増加し品質が低下する恐れがあるため、2~3葉期までに分けつを切除した。サトイモでは、種イモの頂芽が伸長しその茎部が肥大して親イモとなり、親イモから順次5~6枚の大型の葉が発生し親イモ葉身の葉層が形成される (佐藤ら1978)。次いで、生育中期から分球イモから葉が発生することで、親イモ葉身による上層と分球イモ葉身による下層が形成される (杉本ら2001a)。子イモ用品種 (烏播, 石川早生) を用いた実験では、子イモ葉身の光合成産物が塊茎肥大を促進させ、個体当たりの塊茎重を増加させる (杉本ら2001a) とされているが、本実験では、大野地区で採用されている慣行栽培法に従い、子イモから発生する分けつ茎葉を切除して畝を被覆し、子イモのマルチ焼け予防として利用する方法を採用した。11月13日に収穫した子イモは福井県大野市の生産組合格に準じて規定サイズの方角枠を用いて区分し、5cmの方角枠を通らない子イモをLL (5cm以上) とし、以下L (4.5~5.0cm), M (4.0~4.5cm), S (3.5~4.0cm) および2S (3.0~3.5) とし、2Sより小さいイモは「くずイモ」とし、子イモのサイズ別個数および生鮮子イモ重を測定した。

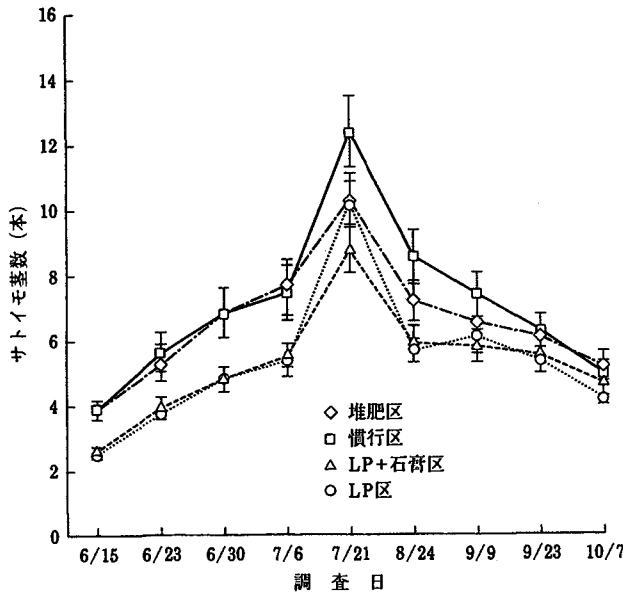


図1 茎数の推移
図中の縦線は標準誤差 (5%水準) を示す。

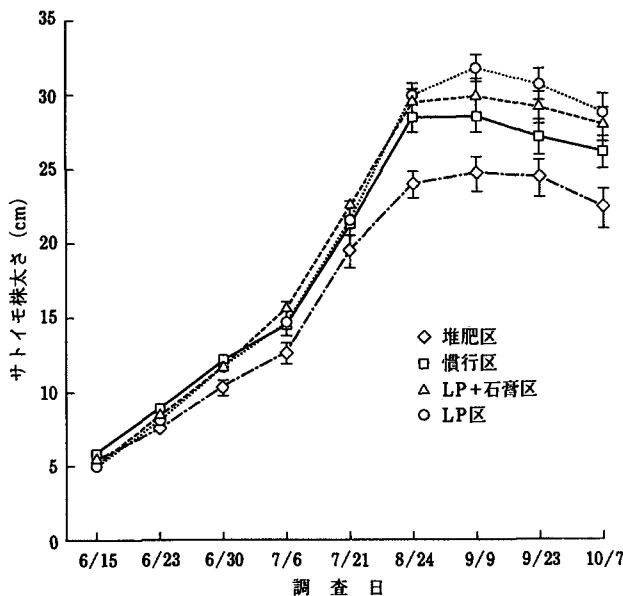


図2 株直径の推移

ズイキ用品種の茎葉部は8月12日と9月29日に採取した。各試験区とも畝ごとに採取した3株の茎部 (葉柄の先端から11~

ズイキ用品種の茎葉部は8月12日と9月29日に採取した。各試験区とも畝ごとに採取した3株の茎部 (葉柄の先端から11~

13cmの部分)を細かく刻み抗酸化活性の測定を行った。DPPH (1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl) によるラジカル消去能を測定し、ズイキの抗酸化活性を評価する指標とした。

2. 結果および考察

(1) 子イモ用サトイモ品種

6月までの草丈に試験区間による有意差は認められなかったが、7月以降は堆肥区の草丈が有意に小さくなった(表1)。茎数の推移を図1に示した。7月21日までは茎数が増加しその後減少しているのは、この時期に小さな分けつ茎を切除したことが理由である。LP肥料施用区の茎数は堆肥区および慣行区より有意に少なかった。6月までの地際の株直径は茎数と類似の推移を示したが、7月21日以降における堆肥区の株直径は他の試験区より有意に小さくなり、LP肥料区では株直径が大きくなる傾向が認められた(図2)。6月および7月における葉身部の縦と横の長さには試験区間による有意差が認められなかったが、8月を過ぎると他の試験区より堆肥区における葉のサイズが有意に小さくなり、葉の成長程度が停滞した(図3, 図4)。株当たりのサイズ別子イモ個数を表2に示した。子イモ個数/株は慣行栽培区よりもLP区およびLP+石膏区で有意に多く、堆肥区では最も少なかった。株当たりの塊茎重量(子イモ重量)についても同様の結果(図5)が示されたことから、塊茎重と子イモ収量は密接に関係していることが示された。S, M, LおよびLLサイズの子イモ重量には、試験区間に有意な差が認められなかった。サイズ別子イモ個数/全イモ個数比を表3に示した。2S, SおよびMサイズの子イモ数比率には、試験区の違いによる有意差が認められなかったが、LおよびLLサイズ比率には試験区による有意差が認められ、堆肥区ではその比率が小さかった。慣行区とLP区およびLP+石膏区との間に、Mサイズ以上の子イモ比率に関する有意差は認められなかった。堆肥区におけるMサイズ以上の子イモ比率は他の試

験区より有意に小さく、Lサイズ+LLサイズの子イモ比率は慣行区で8.4%、LP+石膏区で19.6%、慣行区で17.2%であった。サトイモ栽培では分球イモの形状を整えるために、本試験で実施したように子イモの地上部を切除する方法、地上部を折り曲げて覆土する作業、またはマルチを利用

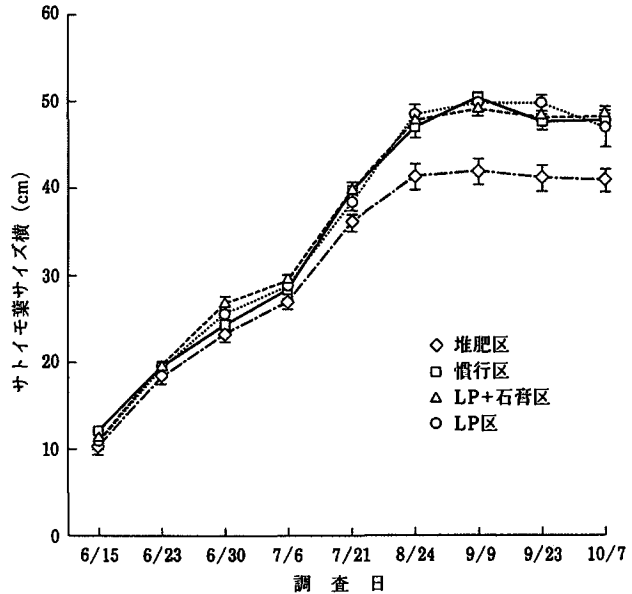


図3 葉身部長さ(横)の推移

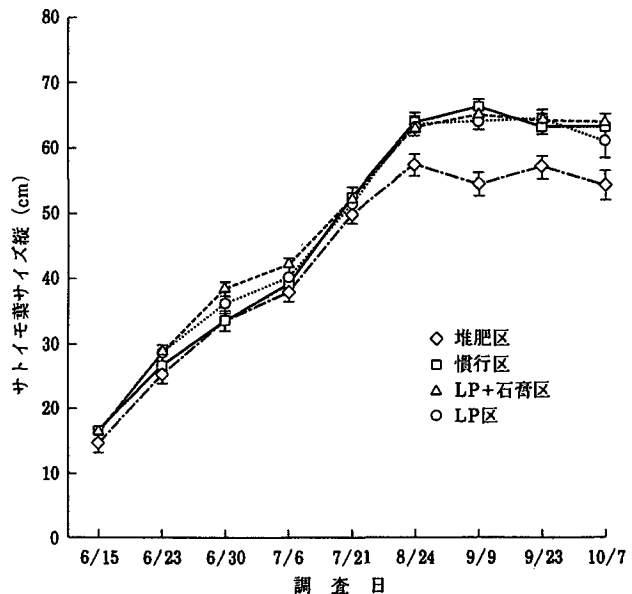


図4 葉身部長さ(縦)の推移

表2 サイズ別の株当たり子イモ個数

試験区	くずイモ	SS	S	M	L	LL	合計個数
堆肥区	10.1 ± 0.4	2.7 ± 0.3	6.2 ± 0.6	4.9 ± 0.7	2.0 ± 0.4	0.1 ± 0.1	26.0 ± 2.1
慣行区	7.8 ± 1.0	3.7 ± 0.5	7.6 ± 1.1	4.3 ± 0.7	4.2 ± 0.7	1.2 ± 0.4	30.5 ± 1.6
LP+石膏区	13.8 ± 1.4	3.7 ± 0.4	8.3 ± 1.0	7.4 ± 0.5	3.9 ± 0.5	2.1 ± 0.6	39.2 ± 2.4
LP区	13.4 ± 0.5	3.2 ± 0.8	9.5 ± 1.3	5.7 ± 0.5	5.7 ± 0.6	1.6 ± 0.3	39.5 ± 2.2
LSD (p = 0.05)	3.5*	n.s.	3.2*	2.0*	1.8*	1.3*	6.3*

平均値 ± 標準誤差 (n = 10), *5%レベルで有意差あり。

して地上部を发育させる方法が行われている(倉橋 1987)。しかし、分球イモの地上部生育を抑制すると子イモの肥大が抑制されるとの報告(倉橋 1987, 日高 1974)もあり、統一されてはいない。本試験の結果では、Mサイズ以上の子イモ比率を高めるのであれば慣行栽培が適当であると考えられた。また、LサイズとLLサイズの子イモ比率を増加させながら、施肥肥料成分の農地外環境への流出抑制を考慮すると、LP肥料を施用した栽培管理が望ましいことも示唆された。

収量と各種生育量との相関関係について検討した。堆肥区においては、子イモ数および子イモ生鮮重と茎数、葉身サイズ、株直径との間に有意な

相関関係が認められなかった。慣行区では、6月23日における茎数と子イモ個数/株との間には5%レベルで有意な負の相関関係($r = -0.814^*$)が認められ、8月24日における株直径とMサイズ以上の子イモ数との間には有意な正の相関関係($r = 0.872^*$)が認められた。LP区では、8月24日の株当たり子イモ重量と茎数、茎直径、葉の縦および横サイズとの間に有意な相関関係(それぞれ、 $r = 0.758^*$, $r = 0.821^*$, $r = 0.80^*$, $r = 0.812$)が認められた。株当たりの茎数、葉数および茎の太さが大きいほど子イモ重量が大きくなることが示唆された。本試験では、子イモの地上部茎葉を切除したが、子イモ地上部の葉面積は生育後期において個体全葉面積の約35%に達し、個体群光合成に対する子イモ葉身の貢献度も約30%と高い(杉本 2001b)ことを考慮すると、本試験区に加え分けつ茎を除去しない試験区についても今後検討する必要がある。

(2) ズイキ用品種

生育に伴う草丈、葉数の推移を表4に示した。堆肥区の草丈は慣行区より有意に大きく推移した。8月にはLP区の生育が大きかったことから、堆肥区とLP区との間に有意な差が認められなくなった。慣行区の草丈は他の試験区より有意に小さかった。8月14日のズイキ本数は、慣行区やLP区よりも堆

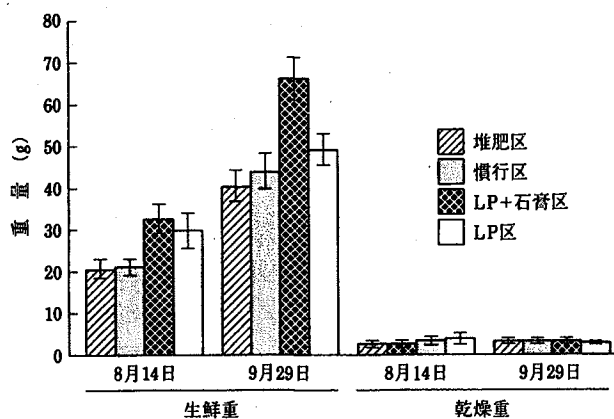


図5 株当たり塊茎(子イモ)重量

表3 サイズ別子イモ個数の比率

試験区	くずイモ (%)	SS (%)	S (%)	M (%)	L (%)	LL (%)	Mサイズ以上 (%)
堆肥区	38.4 ± 3.0	10.9 ± 2.0	23.8 ± 1.0	18.5 ± 2.0	7.9 ± 2.0	0.5	26.9 ± 2.0
慣行区	25.7 ± 10.0	12.0 ± 2.0	25.3 ± 4.0	19.8 ± 2.0	13.3 ± 2.0	3.9 ± 1.0	37.0 ± 3.0
LP+石膏区	33.1 ± 2.0	8.3 ± 1.0	24.1 ± 2.0	14.9 ± 2.0	15.3 ± 2.0	4.3 ± 1.0	34.5 ± 2.0
LP区	35.3 ± 3.0	9.9 ± 2.0	20.7 ± 2.0	19.2 ± 1.0	9.9 ± 1.0	5.0 ± 1.0	34.1 ± 2.0
LSD (p = 0.05)	8.4*	n.s.	n.s.	n.s.	5.4*	3.4*	7.0*

表4 ズイキ草丈の推移

試験区	6月23日	30日	7月6日	21日	8月24日	9月9日	23日
堆肥区	31.0 ± 2.1	40.8 ± 2.6	47.3 ± 2.5	66.6 ± 3.0	96.7 ± 3.8	99.1 ± 3.7	103.0 ± 2.6
慣行区	20.2 ± 1.6	27.0 ± 1.8	31.1 ± 2.0	45.9 ± 3.1	73.2 ± 5.2	85.6 ± 4.4	87.7 ± 4.9
LP + 石膏区	20.6 ± 2.1	25.3 ± 2.5	31.3 ± 2.1	54.1 ± 2.5	89.5 ± 2.5	101.8 ± 1.5	103.7 ± 2.5
LP区	20.0 ± 1.0	26.0 ± 1.9	34.0 ± 1.9	59.6 ± 1.7	95.5 ± 2.7	105.1 ± 4.1	106.4 ± 6.8
LSD (p = 0.05)	5.6*	7.3*	1.7*	8.4*	12.3*	11.8*	14.5*

表5 ズイキの本数および重量

試験区	ズイキ本数 ¹⁾		ズイキ生鮮重 (g/本) ²⁾		ズイキ乾燥重 (g/本) ³⁾	
	8月14日	9月29日	8月14日	9月29日	8月14日	9月29日
堆肥区	69.5 ± 1.7	27.0 ± 3.5	20.5 ± 2.2	40.2 ± 3.6	1.9 ± 0.6	2.9 ± 0.3
慣行区	40.5 ± 4.6	62.0 ± 7.7	20.8 ± 2.0	43.9 ± 4.1	2.0 ± 0.9	2.9 ± 0.2
LP + 石膏区	84.5 ± 35.0	26.0 ± 0	32.4 ± 3.4	66.0 ± 5.1	2.9 ± 0.9	2.8 ± 0.4
LP区	39.5 ± 3.1	36.5 ± 1.7	29.6 ± 4.1	48.8 ± 3.4	3.3 ± 1.2	2.5 ± 0.3
LSD (p = 0.05)	n.s.	17.7*	10.3*	13.8*	0.9*	n.s.

平均値 ± 標準誤差 (¹⁾ n = 2, ²⁾ n = 40, ³⁾ n = 8) n.s. : 5%水準で有意差なし.

肥区およびLP + 石膏区で有意に大きかった。ズイキ1本当たりの生鮮重は、慣行区や堆肥区よりLP + 石膏区で大きかった(表5)。8月14日における生鮮重当たりの抗酸化活性は、堆肥区 > LP + 石膏区 > LP区 > 慣行区の順位を示した(表6)。

堆肥区の抗酸化活性は1.28mg/生鮮重・gと最も高く、慣行区では0.67mgと最も低くなり試験区間で有意差が認められた。ズイキ葉柄部の抗酸化活性を向上させるには、堆肥の使用またはLP肥料と石膏を併用した栽培が効果的であると考えられた。乾物重当たりの抗酸化活性は、8月14日および9月29日とも試験区間で有意差が認められなかったが、9月29日における抗酸化活性は、どの試験区においても8月14日の値より高くなった。堆肥施用および石膏の施用により抗酸化活性が高くなることは、同一品種であっても栽培条件を変えると食品としての抗酸化活性の程度に差が生じることを意味しており、興味を持たれる。葉柄部生鮮重当たりの抗酸化活性と葉柄部乾重当たりの抗酸化活性との間には、5%レベルでの有意な相関関係が認められた(9月29日の堆肥区: $r = 0.791^*$, 9月29日の慣行区: $r = 0.880^*$, 8月11日のLP + 石膏区: r

表6 ズイキの抗酸化活性評価

	ズイキ生鮮重 (mg/g)		ズイキ乾物重 (mg/g)	
	8月14日	9月29日	8月14日	9月29日
堆肥区	1.28 ± 0.20	1.37 ± 0.13	3.95 ± 0.49	3.88 ± 0.49
慣行区	0.67 ± 0.10	1.16 ± 0.08	3.81 ± 0.36	3.86 ± 0.21
LP + 石膏区	1.04 ± 0.09	1.44 ± 0.10	4.11 ± 0.44	4.25 ± 0.47
LP区	0.81 ± 0.06	1.35 ± 0.11	3.49 ± 0.35	3.82 ± 0.45
LSD (p = 0.05)	0.41*	n.s.	n.s.	n.s.

*平均値 ± 標準誤差 (n = 6) n.s. : 有意差なし.

= 0.899*)。また、堆肥区(9/29)における葉柄乾重当たりの抗酸化活性と葉身部縦の長さ、およびLP区における葉柄生鮮重当たりの抗酸化活性と葉身部横の長さとの間には、それぞれ $r = 0.834^*$, $r = 0.804^*$ の有意な相関関係が認められた。ズイキ葉柄の抗酸化活性を外形的質から推測することが可能かどうかについて、今後検討する必要がある。作物栽培における石膏の施用に関しては、水稻、ダイズ、その他で検討され、ダイズ栽培で石膏を施用することにより子実の抗酸化活性が高いとの報告(荻原ら 2004)がある。石膏の主成分はCaとSであるが、サトイモを10年間連作した圃場では土壌中のCaおよびMg含有量がとくに減少し、Ca施用によってサトイモの生育および塊茎収量がやや回復する(渥美 1956)。

本試験では石膏を施用したことによるCa供給量の増加が考えられ、これがズイキ茎葉部の抗酸化活性にも影響を及ぼしていることが推察される。しかし、抗酸化活性に及ぼす石膏施用の影響に関しては、さらに今後の研究を待つ必要がある。

3. 要約

堆肥または緩効性肥料(LP肥料)の施用と石膏施用がサトイモの生育、子イモ収量に及ぼす影響について検討した。また、ズイキ用品種の生育と抗酸化活性に及ぼす栽培条件の影響についても検討した。

- 1) 子イモ個数/株は慣行区よりLP区およびLP+石膏区で多くなり、堆肥区で最も少なかった。
- 2) Mサイズ以上の子イモ比率は慣行栽培区で最大となり、LサイズとLLサイズの子イモ比率はLP+石膏区で19.6%と最も高かった。
- 3) ズイキ葉柄部の抗酸化活性は堆肥区で最も高く、1.28mg/生鮮重・gであった。ズイキの抗酸化活性を向上させ、あるいは、堆肥の施用またはLP肥料と石膏を併用した栽培が効果的であると考えられた。

引用文献

渥美樟雄 1956. サトイモの忌地に関する研究 岐阜大農研報 7:34 - 40.

- 日高義雄 1974. サトイモ; 生育のステージと生理, 生態. 農業技術体系 野菜編 農文協, 東京. 10:14 - 33.
- 上床農業協同組合 1998. 奥越農業改良普及センター. 営農のしおり:48 - 59.
- 倉橋裕 1987. サトイモの分球イモ地上部放任栽培, 新しい技術(第24集). 農林水産技術会議, 東京. 298 - 302.
- 松本美枝子 1985. サトイモ種芋分割苗による大量増殖法. 農業および園芸 60:695 - 698.
- 宮崎龍典・白沢禾雄 1979. サトイモの連作障害の発現と対策に関する研究. 鹿児島農試研報 7:5 - 15.
- 三善重信・山田俊雄・吉鹿正三 1971a. サトイモの連作障害に関する研究 第1報 連作障害の発生と田畑輪換効果. 福岡県農試報 9:45 - 48.
- 三善重信・山田俊雄・吉鹿正三 1971b. サトイモの連作障害に関する研究 第2報 サトイモの連作障害と薬剤防止効果 福岡県農試報 9:49 - 53.
- 荻原達彦・橋本和幸・鯨幸夫・登内良太・寺沢なお子・井上直人 2004. 石膏の施用がダイズの生育, 収量および子実の抗酸化活性に及ぼす影響. 日作紀 73(別2):146 - 147.
- 佐藤亨・川合通資・福山寿雄 1978. サトイモの物質生産に関する研究 第1報 生育に伴う個葉光合成作用の維持. 日作紀 47:425 - 430.
- 杉本秀樹 2001a. サトイモの個体群光合成と塊茎収量に対する子イモ葉身の貢献度. 日作紀 70:92 - 98.
- 杉本秀樹 2001b. サトイモにおける¹³C-光合成産物の分配, とくにソース・シンク単位について. 日作紀 70:99 - 104.
- 続栄治・島崎敦・ロサバテイ ウルカラ ナイバルレブ・富山一男 1995. サトイモの連作障害とそれに関与する要因. 日作紀 64:195 - 200.