

卒業論文

ホウレンソウへの土壌改良材(ノーゲン)投与による
増収効果

平成 20 年 3 月

中部大学 応用生物学部 環境生物科学科

谷山研究室

松井 洋子

白澤 みはる

目次

I. 緒言および目的	2
II. 研究材料および方法	9
1 研究材料	9
2 研究方法	9
2-1 栽培方法	9
2-2 生育調査	10
2-3 サンプルング方法	10
2-4 土壌 pH	10
III. 研究結果および考察	10
1 生育調査	10
2 サンプルング	16
3 土壌 pH	42
4 総合考察	42
IV. まとめ	43
V. 謝辞	44
VI. 引用・参考文献	45

I. 緒言および目的

土壌改良材とは多くの場合酸性化に傾きがちな土壌を中性または弱アルカリ性にするためのもの(石灰など)である。もっと広義には、土壌の物理的、化学的、生物的な諸条件を改良して植物の生育を良くするものである。

今日広義の土壌改良材といわれるものは、大きく3つに分類することができる。無機質系、有機質系、合成高分子系である。

無機質系の土壌改良材の原料は肥料、鉱サイ、特殊好物であり、このうち前者2つの主成分は石炭、リン酸、鉄、マグネシウム、ケイ酸であり後者はベントナイト、ゼオライト、パーミキュライト、パーライトである。商品の例を上げると、溶性リン肥、ケイ酸肥鉄、グリーンアッシュ、クニゲル、クンゼオライト、バクミライト、ネニサンソである。

有機質系である土壌改良材の原料は泥炭、若年炭、木材、セルロース、動植物かす、し尿、じんあいであり泥炭の主成分はソグノセルロース、フミン酸である。若年炭の主成分はフミン酸、ニトロフミンである。木材の主成分は、リグニンスルホン酸である。これらの商品を例に上げると、テンポロン、テルミン、アズミン、フミゾー、サンエキス、リグニン腐植、ネオ有機、コンポストである。

合成高分子系である土壌改良材の原料は、ポリビニルアルコール、ポリアクリル酸塩メラミン樹脂である。商品の例を上げるとダンリウム、倉敷ポパール1号、ゴーセノール、ドロゲン、クリリウム、E B - a、ダンソイル、スミソイルである。

このような土壌改良材のうち直接土壌構造の改良に貢献する狭義のものは合成高分子系

のものである。適切に使用すれば高い効果が得られるが価格の点で用途が制限されてしまう。

地力増進法政令指定土壌改良資材には表 1 のようなものがある。

本実験では、北海道で主に使用されている土壌改良材(ノーゲン)を用いた。なお、ノーゲンの成分は表 2 に示す。ノーゲンの施用量は、普通畑 10a あたり 100～120kg とされており、主な作用は酸度矯正をはかり根の活力増進、微量元素の作用による耐病性の増大、ガス障害の軽減、微生物の増殖をはかり有機質の施用効果の向上、根数の増加による活着を良好にし、品質を向上させると言われている。上記で述べたようにノーゲンには微量元素つまり、ミネラルが含まれており生体内でごく微量あることで効力を発揮する物質のことをいう。このミネラルの直接的な作用は、作物体内の代謝作用の円滑化、および土壌微生物の活性化に伴う周辺環境の改善などである。

ノーゲンの使用による作物の効果例は水稲では、ノーゲンを散布することにより活力をよくし粒数が増え倒伏しにくい稲をそだてることができ、品質の向上をはかることができる。ムレ苗では数日でその改善がみられ、苗床使用では根数の多い徒長の防止された健苗をつくることできるとされている。

根菜類の例では、ノーゲンの散布により糖度の増加がみられいずれも地上部の徒長を軽減する。大根、人参、タマネギなどでは茎部の締りがよくなり、よって地下部の形状ががっしりして根部が頑丈になるとされている。

果菜類の例を挙げると、ノーゲンの散布により苗床使用で茎は太くなり葉肉の厚い健苗がで

きる。根の増大が活着をよくし、ナスのように特有の色を持っている物は、苗の状態でも成木のような色となり健苗に育てることができる。本畑使用では、いずれの作物も節間が短縮し徒長を防止する。よって、収穫期間の長期化、または収穫期の品質の低下が軽減されるとされている。

葉菜類の例では、ノーゲンの散布により葉肉の厚い野菜を作ることができ結球野菜は巻きがよくなり新鮮保持の高い作物をつくることができる。茎葉部の青臭味が少ない野菜になり、生食で甘味を感じることができる。とされている。

柑橘類の例では、ノーゲンの散布により玉伸びがよくなり酸の抜けがよくなる。そして糖度の増加がはかられるとされている。柑橘類や果木やお茶などの永年作物の場合、改良材や肥料の効果は数年たたないと分からないといわれるが、ノーゲンの場合散布したその年である程度の効果を見ることができるとされている。

このようなノーゲンの作用や効果例はあげられているが、科学的にどのような効果があるかなどは証明されていない。ノーゲンには始めに述べたように酸度矯正機能があり、特にその機能に即効性があると言われている。本実験では酸性に最も弱い代表的な野菜であるホウレンソウを用い、土壌改良材(ノーゲン)が生育、収量にどのような効果をあたえるかを目的として実験を行った。

表 1 地力増進法政令指定土壌改良資材

	資材	主な用途	主な効果	基準
地 力 増 進 法 政 令 指 定 土 壌 改 良 資 材	泥炭	保水性	物理性の改善	乾物 100g 当たりの 有機物の含有量 20g 以上
		膨軟化	化学性の改善	
		保肥力		
	バーク堆肥	膨軟化	生物性の改善	肥料取締法の特殊 肥料に該当するもの であること
	ゼオライト	保肥力	物理性の改善	乾物 100g 当たりの 陽イオン交換容量 50me 以上
		保水力	化学性の改善	
	腐植酸質資材	保水力の改善	物理性の改善	乾物 100g 当たりの 有機物の含有量 20g 以上
土壌の膨軟化		化学性の改善		
微生物活性化		生物性の改善		
木炭	透水性の改善			
	通気性改善			
	微生物活性			
バーミキュライト	保肥力の改善	物理性の改善		

	透水性の改善		
ベントナイト	漏水防止	物理性の改善	乾物 2g を水中に 24 時間静置した後の膨潤容積 5ml 以上
ポリエレンイミン系 資材	団粒形成促進	物理性の改善	質量百分率 3% 以上の水溶液の温度 25°C における粘度が 10 ポアズ以上
ポリビニル	団粒形成促進	物理性の改善	質量百分率 3% 以上の水溶液の温度 25°C における粘度が 10 ポアズ以上
パーライト	保水性	物理性の改善	
けいそう土焼成粒	透水性の改善	物理性の改善	気乾状態のもの 1L 当たりの質量 700g 以下
V A 菌根菌質資 材	根圏微生物の 改善	土壌のリン酸供給 能の改善	共生率 5% 以上

	緑肥作物		物理性の改善	
	作物残渣		化学性の改善	
	ワラ・落葉類堆肥		生物性の改善	
	鉱採類		化学性の改善	
	石こう		化学性の改善	
肥料	C E C		化学性の改善	
	石灰質肥料			
	苦土質肥料			
	リン酸質肥料			
	珪酸質肥料		化学性の改善	

表 2 ノーゲンの成分

二酸化ケイソ	41.450%	ニッケル	250ppm
酸化アルミニウム	17.180%	アエン	90ppm
酸化マクネシウム	14.90%	スズ	20ppm
酸化カルシウム	11.540%	チタン	0.4ppm
酸化第二鉄	8.510%	バナジウム	0.002%
カリ	1.20%	ジルコニウム	0.005%
ナトリウム	0.60%	ボロン	0.004%
マンガン	1,400ppm	セレン	微量
ドウ	190ppm	シュウサン分	微量
フツ	170ppm	エンソ分	微量
コバルト	70ppm		

(団体法人東海技術センターなどによる分析例)

Ⅱ. 研究材料および方法

1 研究材料

ホウレンソウ(品種:トライ)

土壌改良材(ノーゲン)

化成肥料(N:P₂O₅:K₂O = 8:8:8)

水田土壌(長年使われてきた水田を, 3年間畑として使用してきた作土)

砂

排水性の畑作用の 1/5000a ワグナーポット

2 研究方法

2-1 栽培方法

排水性の畑作用の 1/5000a ワグナーポットの底に砂 0.5kg を敷き, その上に水田土壌 3.0kg を入れた. 水田土壌に土壌改良材(ノーゲン)を混合し, 土壌改良材(ノーゲン)の施用量は 0, 15, 30, 45, 60g の 5 区を試験区とし, 各試験区 10 ポット, 計 50 ポットとした. 元肥として 1 ポット当たり化成肥料(N:P₂O₅:K₂O = 8:8:8)5.2g を全層施肥した. ホウレンソウ(品種:トライ)は平成 19 年 10 月 17 日より 2 日間吸水させ, 同年 10 月 19 日に各ポット 10 粒ずつ播種した.

発芽後, 本葉が 2, 3 枚の頃に間引きを行い, 各ポット 1 個体ずつにした. また, ガラス温室内での実験のため, ポットの配置場所によって太陽光に違いが出る可能性が考えられたので, 播種後 12 日ごとにポットの配置変えを実施した.

平成 19 年 10 月 19 日より同年 12 月 18 日の 60 日間, 中部大学内ガラス温室に

て生育させた。

2-2 生育調査

11月8日(播種後20日)より12月18日まで、4日ごとに計11回、草丈、葉数、葉身長の測定を実施した。葉緑素係数については、11月12日(播種後24日)より計10回の測定を実施した。

2-3 サンプルング方法

11月18日(播種後30日)と12月18日(播種後60日)、計2回実施した。11月18日には各試験区4ポットずつ、12月18日には各試験区6ポットずつサンプリングし、草丈、葉数、葉面積、根長、根の直径である根径をそれぞれ測定した。その後、地上部と根に分解し、生重を測定したのち、通風乾燥機にて75°Cで30分加熱し呼吸酵素を失活させた上65°Cで48時間乾燥させ、乾物重を測定した。

2-4 土壌 pH

10月19日(播種日)と11月18日(播種後30日)と12月18日(播種後60日)、計3回、各試験区2ポットずつ土壌10gを採取し、土壌pHをそれぞれ測定した。

Ⅲ. 研究結果および考察

1 生育調査

草丈の推移を図1に示した。ハウレンソウの生育に伴って草丈は伸長し、土壌改良材(ノーゲン)施用区は無施用区と比較して各区とも順調に成長した。11月16日ごろから施用区、特に45g区と60g区において著しい伸長がみられたのに対し、無施用区である0g区ではあ

まり伸長がみられなかった。12月6日ごろには、各試験区における草丈の伸長はほとんど止まったと思われる。調査最終日には、0g区に対する15g区と30g区、30g区に対する45g区と60g区において5%水準で有意差が得られ、0g区に対する45g区と60g区、15g区に対する45g区と60g区において1%水準で有意差が得られた。土壌改良材(ノーゲン)により草丈が伸長することが判り、調査最終日には0g区と60g区の差は19.0cmと、約2.5倍もの成長差がみられた。45g区と60g区ではほぼ同様の推移を示し、それほど差がないことから土壌改良材(ノーゲン)の施用量45g以上では草丈にそれ以上の伸長がみられないと思われる。しかし、今回は施用量45g以上の試験区は2区しかなかったため、今後検討していく必要がある。

葉数の推移を図2に示した。葉数においても土壌改良材(ノーゲン)施用量の増大に伴い増加した。調査最終日には、0g区に対する15g区と30g区、15g区に対する45g区と60g区、30g区に対する45g区と60g区において5%水準で有意差が得られ、0g区に対する45g区と60g区において1%水準で有意差が得られた。45g区と60g区、15g区と30g区ではほぼ同様の推移がみられ、無施用区の0g区は他の試験区よりも増加が乏しいことが判る。調査最終日には0g区と60g区の間で平均約7枚もの差がみられた。

葉身長の推移を図3に示した。葉身長においても土壌改良材(ノーゲン)施用量の増大に伴い増加した。11月16日ごろから土壌改良材(ノーゲン)施用区、特に45g区と60g区において著しい伸長がみられたのに対し、無施用区である0g区では生育期間を通してあまり伸

長がみられず、その推移の仕方は平均草丈と類似している。調査最終日には、0g 区に対して 15g 区と 30g 区、30g 区に対して 45g 区と 60g 区において 5%水準で有意差が得られ、0g 区に対して 45g 区と 60g 区、15g 区に対して 45g 区と 60g 区において 1%水準で有意差が得られた。

葉緑素係数の推移を図 4 に示した。土壌改良材(ノーゲン)施用区においては、各試験区でそれほど大きな差はみられず、葉緑素は 12 月 6 日ごろをピークに、その後減少がみられた。無施用区である 0g 区の標準誤差が大きいのは、成長がまばらで、いくつかの個体では葉の黄化や枯れてしまった個体があったため、施用区に比べて低い値となり、急激な増加や減少につながったと思われる。土壌改良材(ノーゲン)による葉緑素係数の増加はみられたが、施用量による差はほとんどないと思われた。葉緑素の形成には鉄分が要求されるが、土壌改良材(ノーゲン)に含まれた鉄分が吸収されなかったとも考えられる。

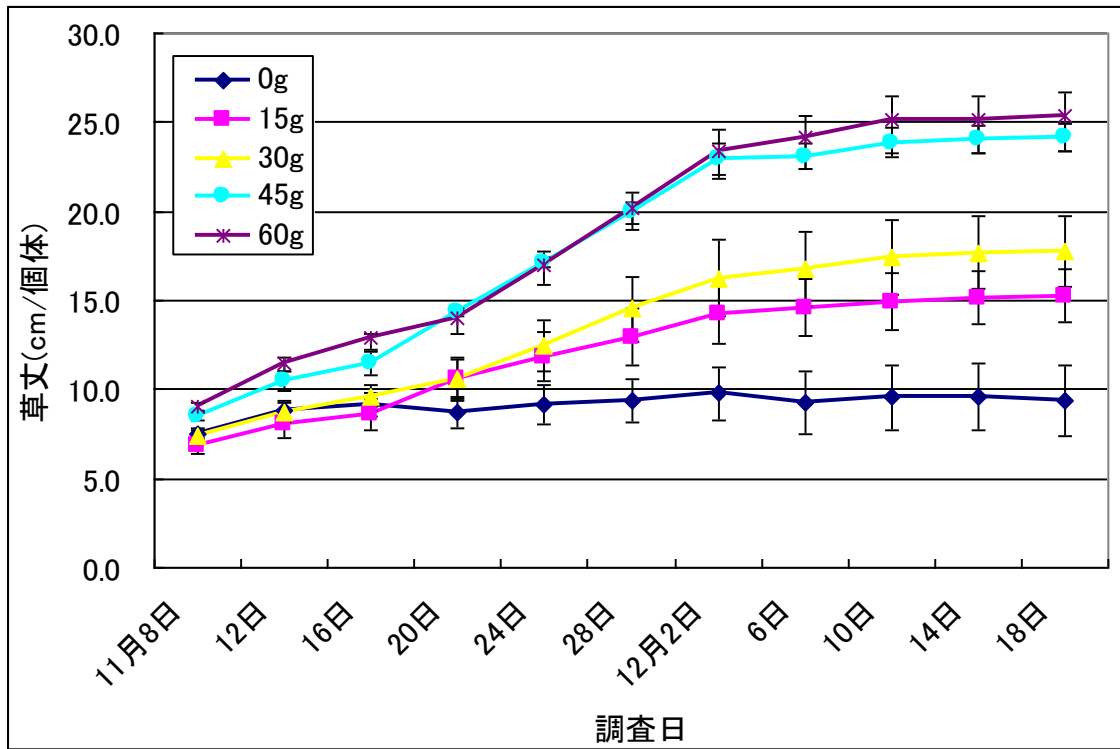


図1 ホウレンソウの生育に伴う草丈の推移

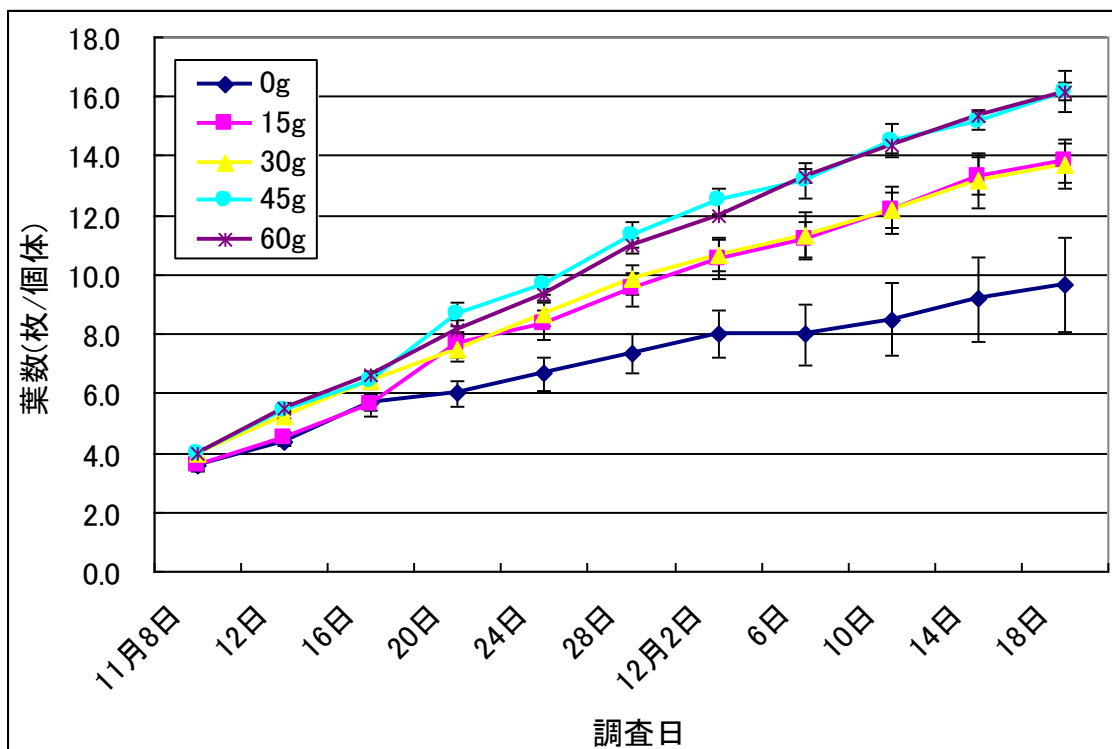


図2 ホウレンソウの生育に伴う葉数の推移

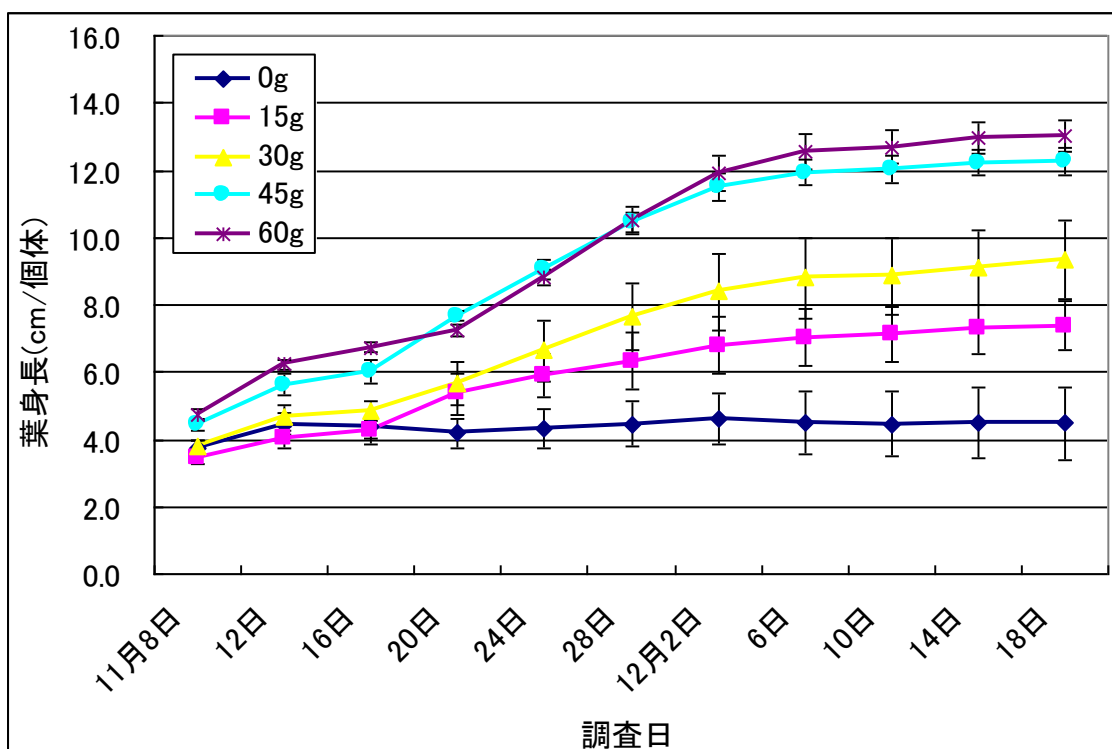


図3 ホウレンソウの生育に伴う葉身長の推移

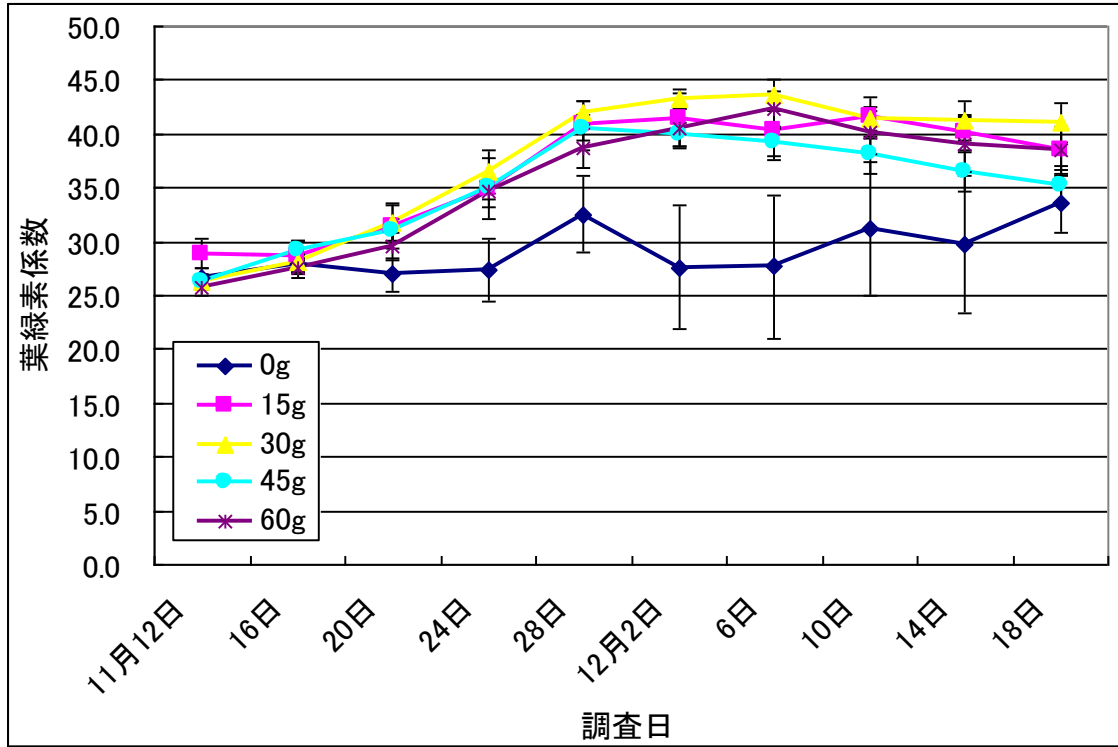


図4 ホウレンソウの生育に伴う葉緑素係数の推移

2 サンプリング

第 1 回サンプリング(11 月 18 日), 第 2 回サンプリング(12 月 18 日)における草丈と根長を合わせた全長, 草丈と根長を図 5, 図 6, 図 7, 図 8 に示した. 図 5, 図 6 から, 第 1 回では全長, 草丈および根長すべてで 60g 区が最高値であり, 15g 区が最低値であった. しかし, 土壌改良材(ノーゲン)の無施用区である 0g 区と施用区である 30g 区と 45g 区を比較すると, それぞれの標準誤差範囲が重複していることから, 土壌改良材(ノーゲン)の施用による差はみられないことが判る. 図 7, 図 8 から, 第 2 回では全長と草丈は 60g 区, 根長は 15g 区が最高値であり, すべてで 0g 区が最低値であった. 草丈は土壌改良材(ノーゲン)の施用量の増大に伴いは増加した. 根長は施用量による差はないが, 無施用区の 0g 区と他の施用区では約 2 倍の差がみられた. 第 1 回サンプリング時には各試験区で根長よりも草丈が大きかったのに対し, 第 2 回サンプリング時には草丈よりも根長が大きくなっており, この 30 日間で草丈は約 1~2 倍, 根長は約 3~7 倍も大きくなっていった.

第 1, 2 回サンプリングにおける根径を図 9, 図 10 に示した. 図 9 から, 第 1 回では最高値は 45g 区の 1.99mm, 最低値は 15g 区の 1.52mm であったが, その差は 0.47mm とわずかであった. 図 10 から, 第 2 回では最高値は 45g 区の 5.86mm, 最低値は 0g 区の 2.54mm でその差は 2 倍以上もあり, 土壌改良材(ノーゲン)の施用により根が太くなったことが判る. また, 0g 区に対して 30g 区, 15g 区に対して 60g 区, 30g 区に対して 45g 区において 5%水準で有意差が得られ, 0g 区に対して 15g 区と 45g 区と 60g 区, 15g 区に対して 45g 区において 1%水準で有意差が得られた.

第 1, 2 回サンプリングにおける 1 個体あたりの葉面積, 葉 1 枚あたりの葉面積をそれぞれ
図 11, 図 12, 図 13, 図 14 に示した. 第 1 回では 60 g 区が最高値, 15g 区が最低値
であったが, 第 2 回では 0g 区から順に葉面積が増加しており, 土壌改良材(ノーゲン)の施用
により 1 個体あたりの葉面積, 葉 1 枚あたりの葉面積ともに増加がみられ, 葉の大きさも大
きくなっていることが判る.

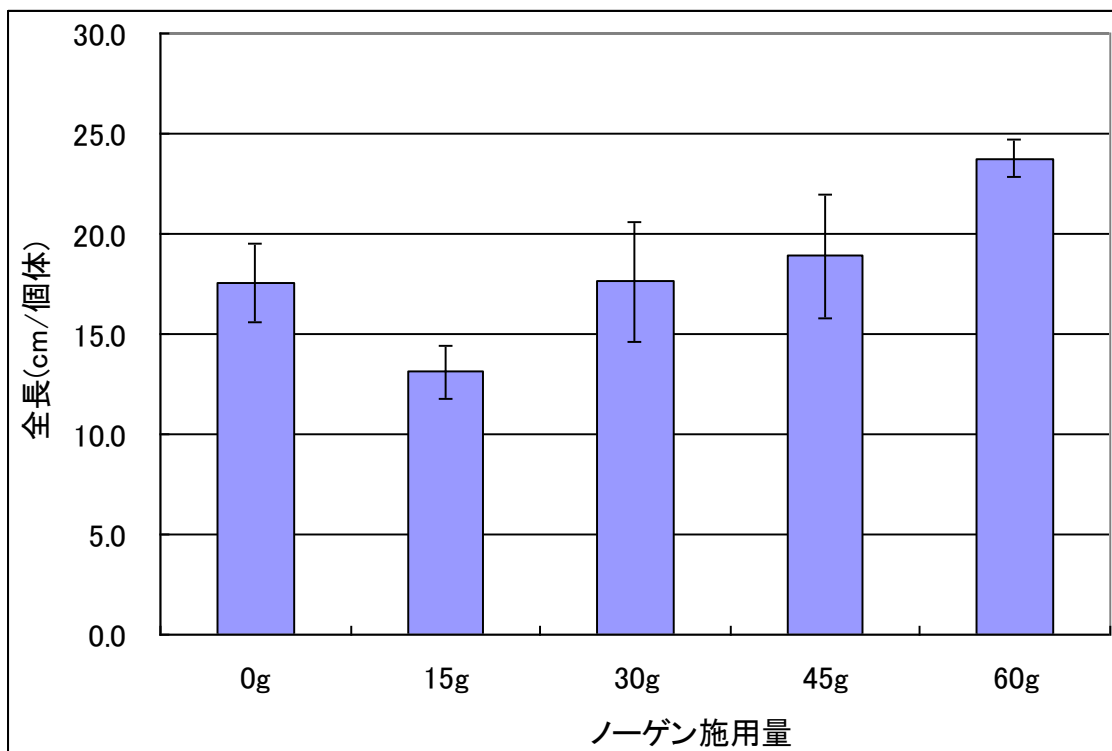


図5 第1回サンプリングにおける全長(草丈+根長)

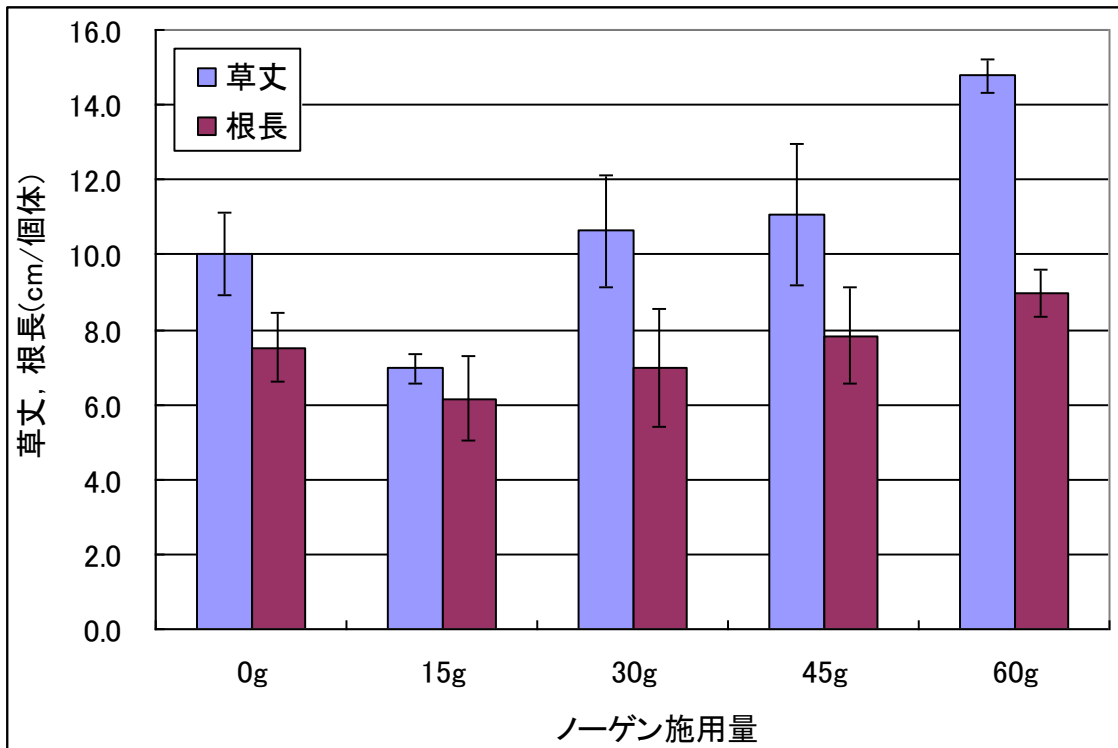


図 6 第 1 回サンプリングにおける草丈と根長

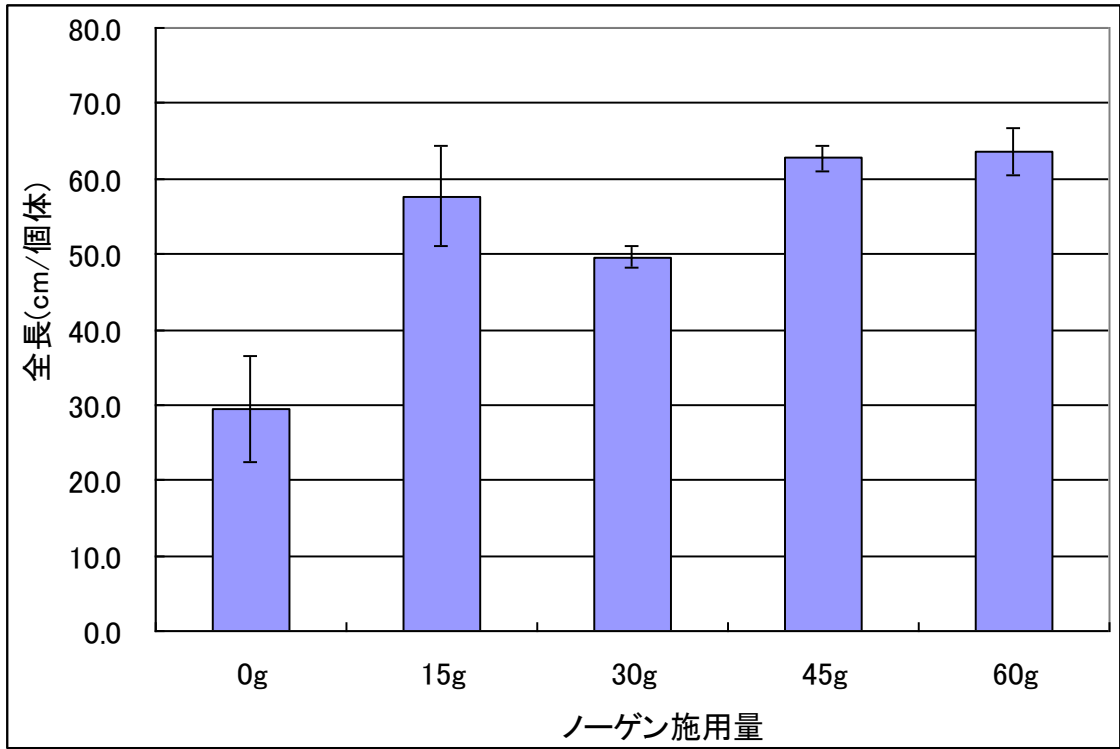


図 7 第 2 回サンプリングにおける全長(草丈 + 根長)

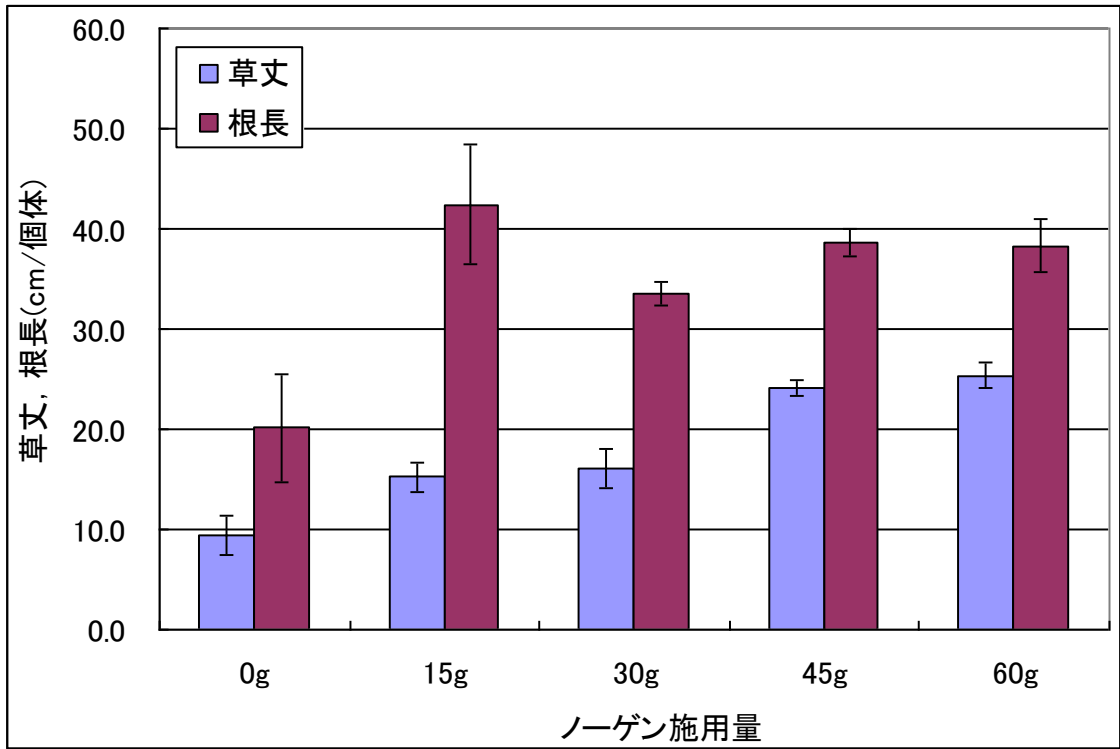


図 8 第 2 回サンプリングにおける草丈と根長

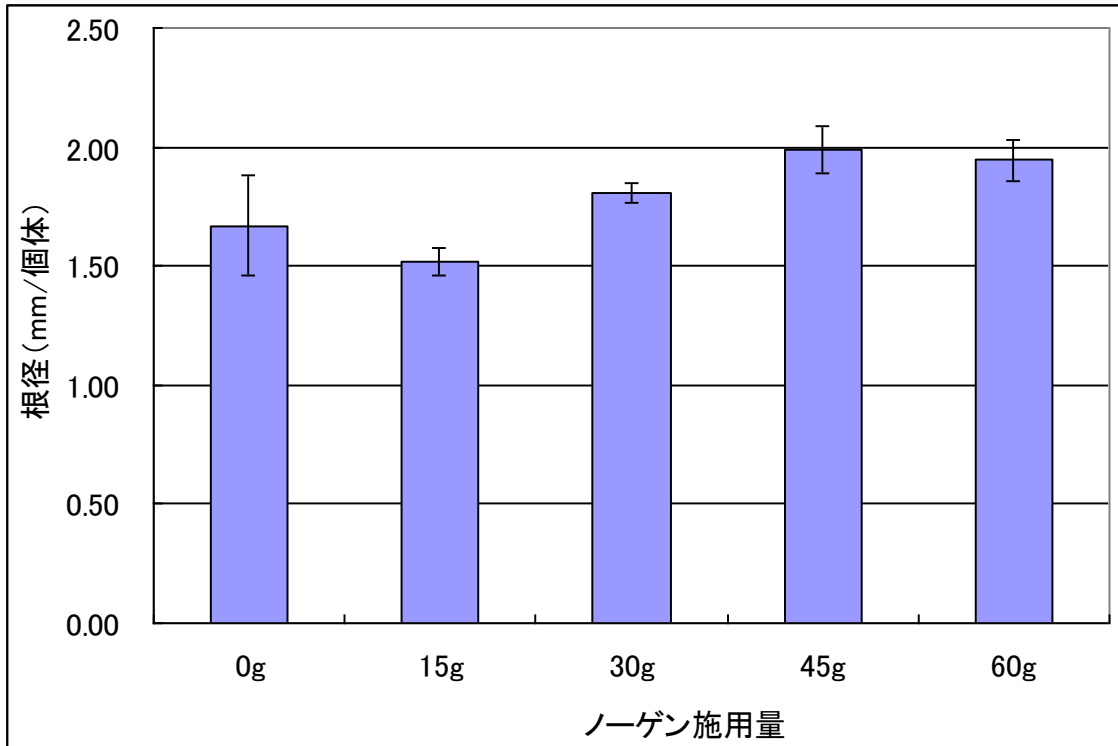


図9 第1回サンプリングにおける根径

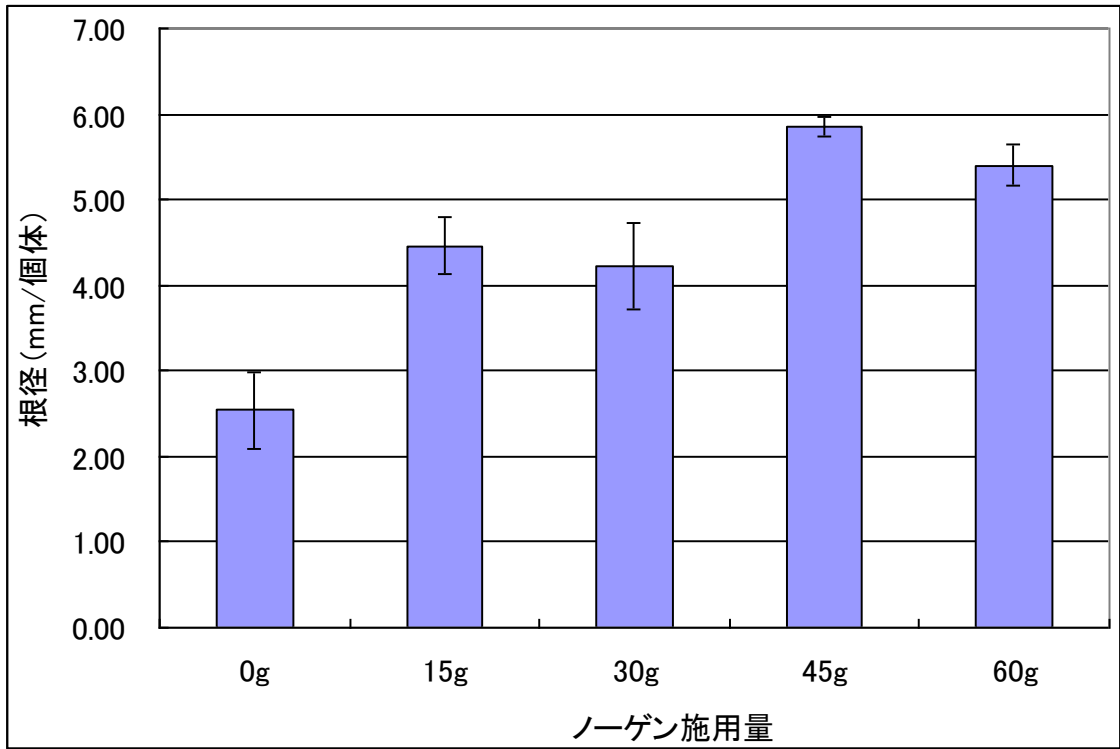


図 10 第 2 回サンプリングにおける根径

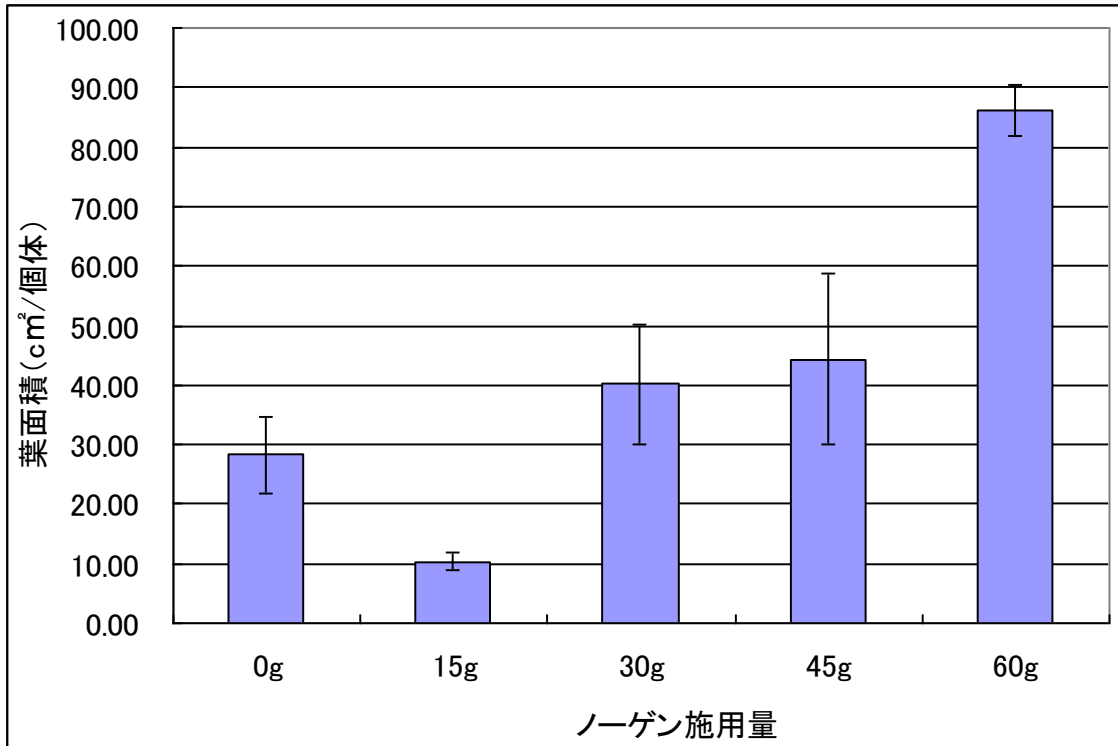


図 11 第 1 回サンプリングにおける 1 個体あたりの葉面積

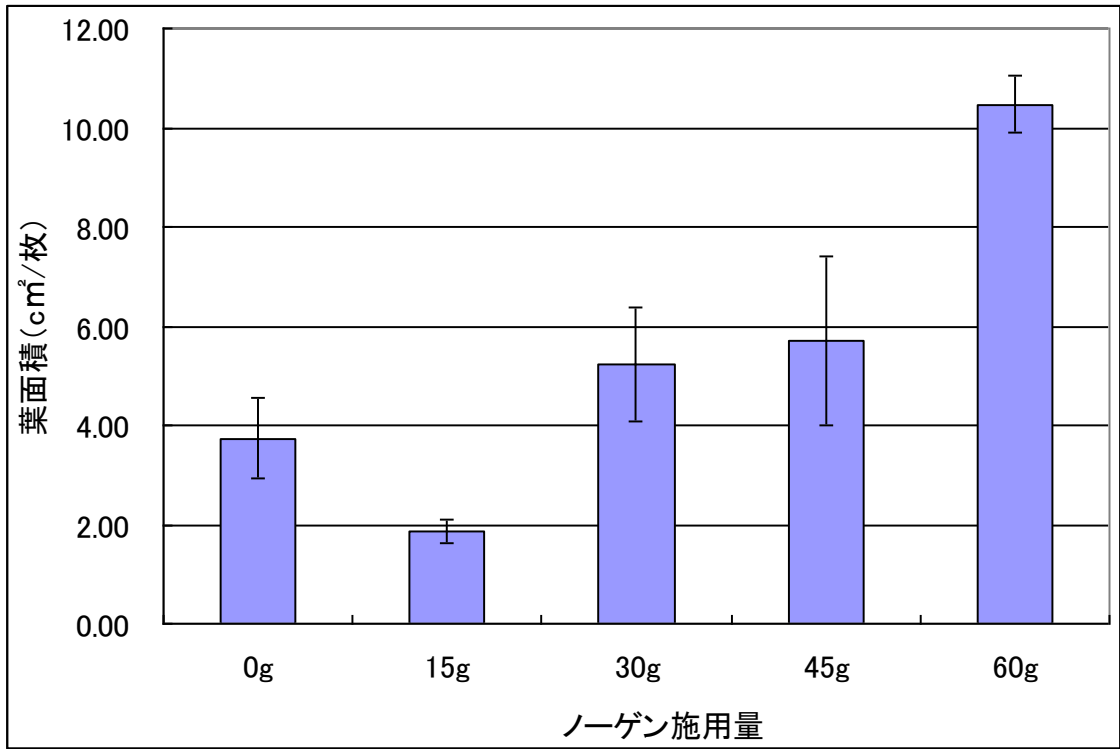


図 12 第 1 回サンプリングにおける葉 1 枚あたりの葉面積

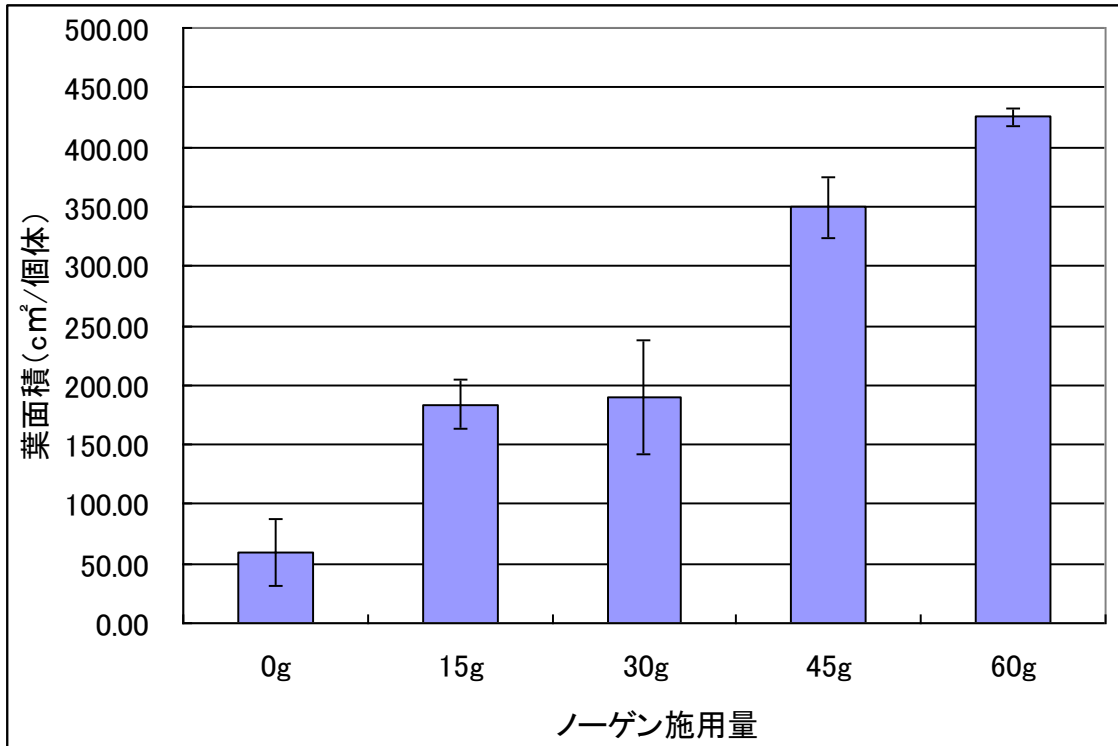


図 13 第 2 回サンプリングにおける 1 個体あたりの葉面積

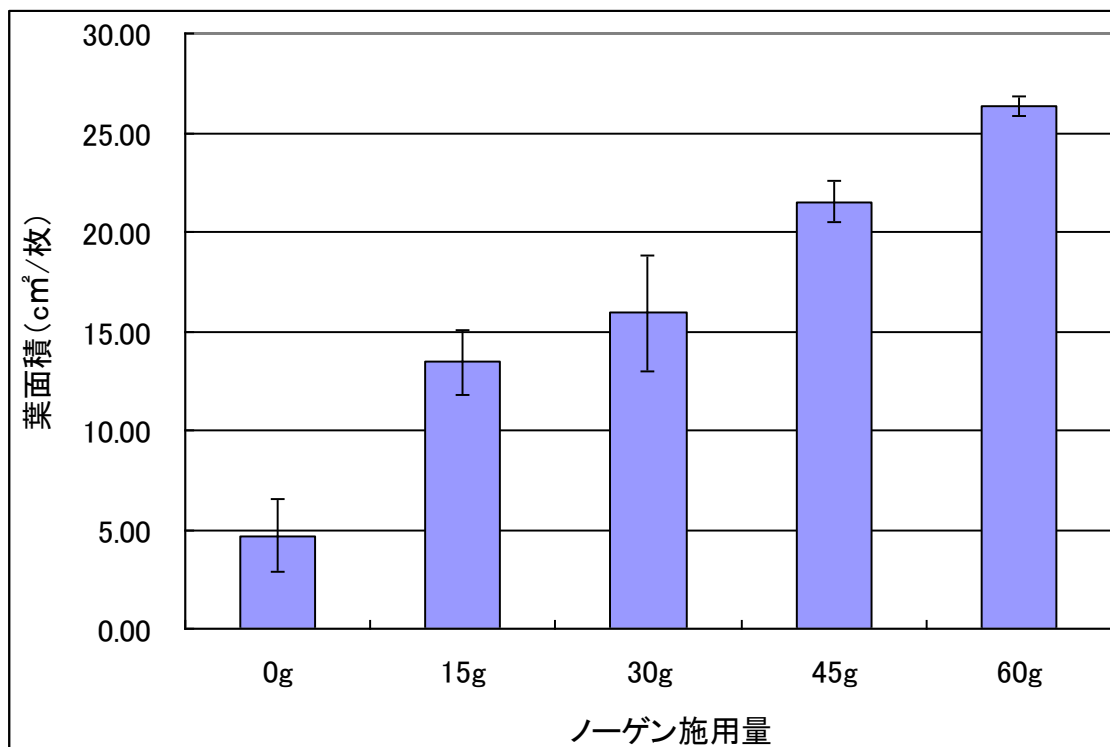


図 14 第 2 回サンプリングにおける葉 1 枚あたりの葉面積

第 1, 2 回サンプリングにおける地上部と根の生重をあわせた全生重, 地上部および根の生重それぞれを図 15, 図 16, 図 17, 図 18, 図 19, 図 20 に示した。図 15, 図 16, 図 17 から, 第 1 回では全生重, 地上部生重および根の生重すべてで 60g 区が最高値であり, 15g 区が最低値であった。しかし, 土壤改良材(ノーゲン)の無施用区である 0g 区と施用区である 30g 区と 45g 区を比較してみると, それぞれの標準誤差範囲が重複していることから, 施用による差はみられないことが判る。図 18, 図 19, 図 20 から, 第 2 回では全生重, 地上部生重は 60g 区, 根の生重は 45g 区が最高値であり, すべてで 0g 区が最低値であった。15g 区と 30g 区, 45g 区と 60g 区は互いの標準誤差範囲内にそれぞれの平均値があり, 施用量 30g ごとに生重の増加がみられた。

第 1, 2 回サンプリングにおける地上部と根の乾物重をあわせた全乾物重, 地上部と根の乾物重それぞれを図 21, 図 22, 図 23, 図 24, 図 25, 図 26 に示した. 図 21, 図 22, 図 23 から, 第 1 回では全乾物重, 地上部乾物重は 60g 区, 根の乾物重は 0g 区が最高値, すべてで 15g 区が最低値であった. しかし, 図 23 から判るとおり, 最高値である 0g 区の標準誤差範囲が大きく, 他の試験区の平均値はすべてこの範囲内にあるため, 根の乾物重の差はほとんどないことが判る. 図 24, 図 25, 図 26 から, 第 2 回では全乾物重, 地上部乾物重および根の乾物重すべてで 60g 区が最高値であり, 0g 区が最低値であり, 土壌改良材(ノーゲン)の施用量の増大に伴って乾物重は増加することが判る.

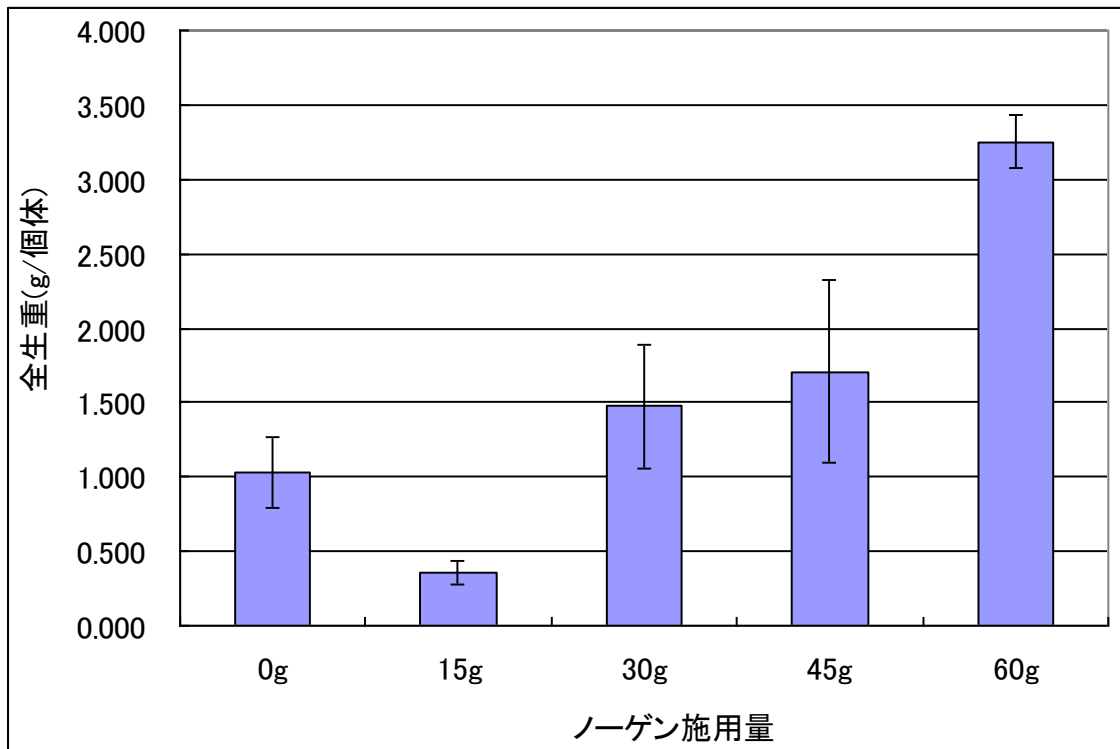


図 15 第 1 回サンプリングにおける全生重(地上部+根)

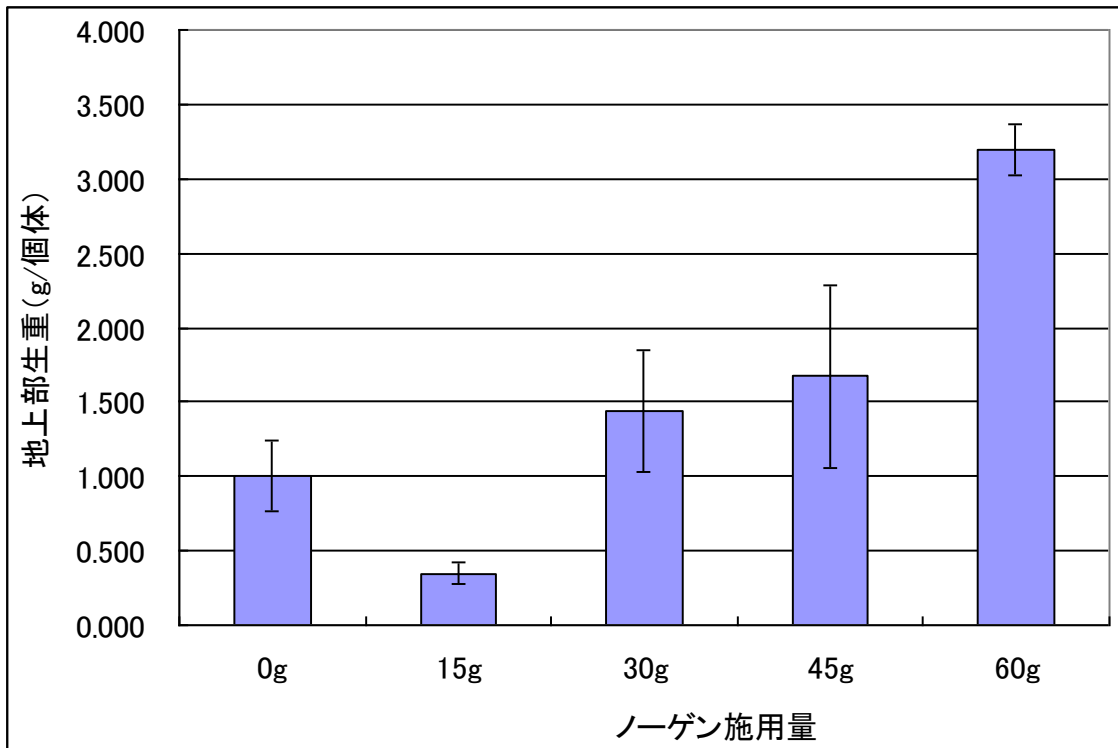


図 16 第 1 回サンプリングにおける地上部生重

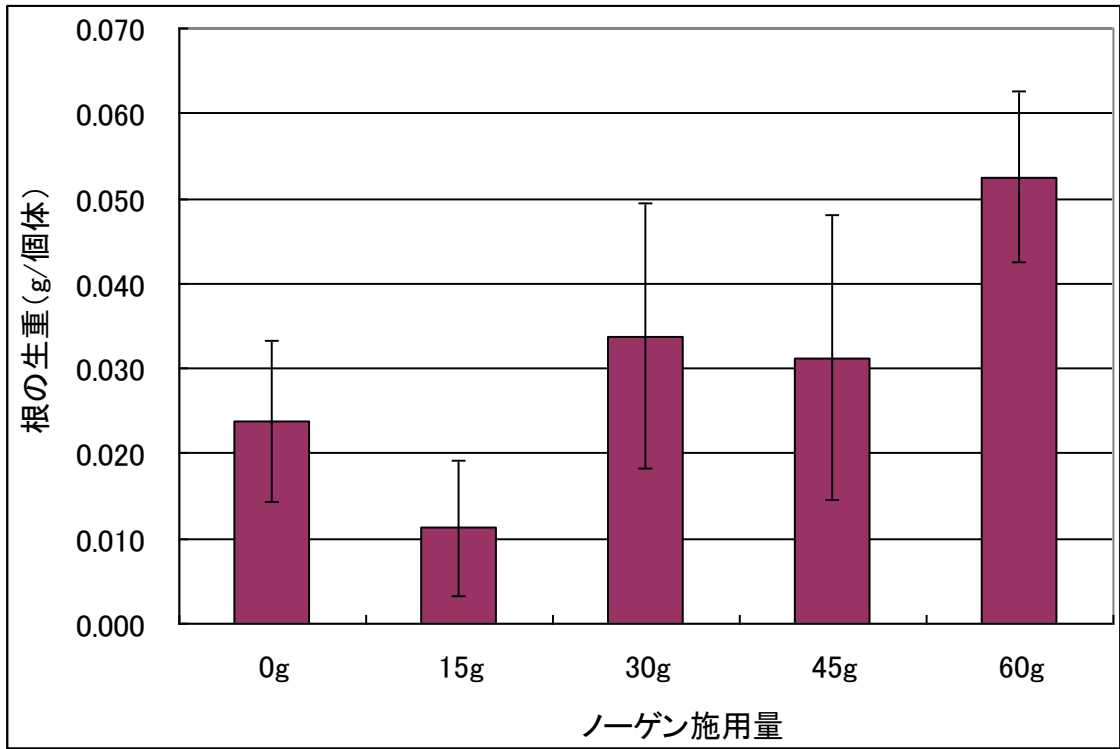


図 17 第 1 回サンプリングにおける根の生重

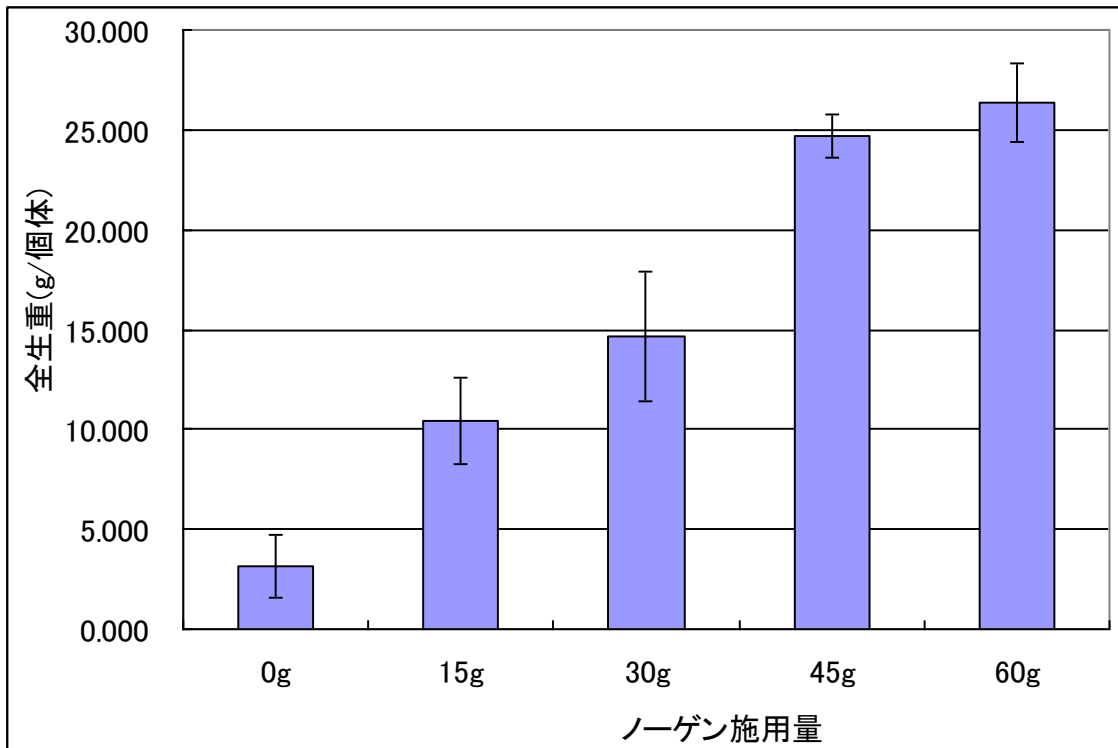


図 18 第 2 回サンプリング全生重(地上部+根)

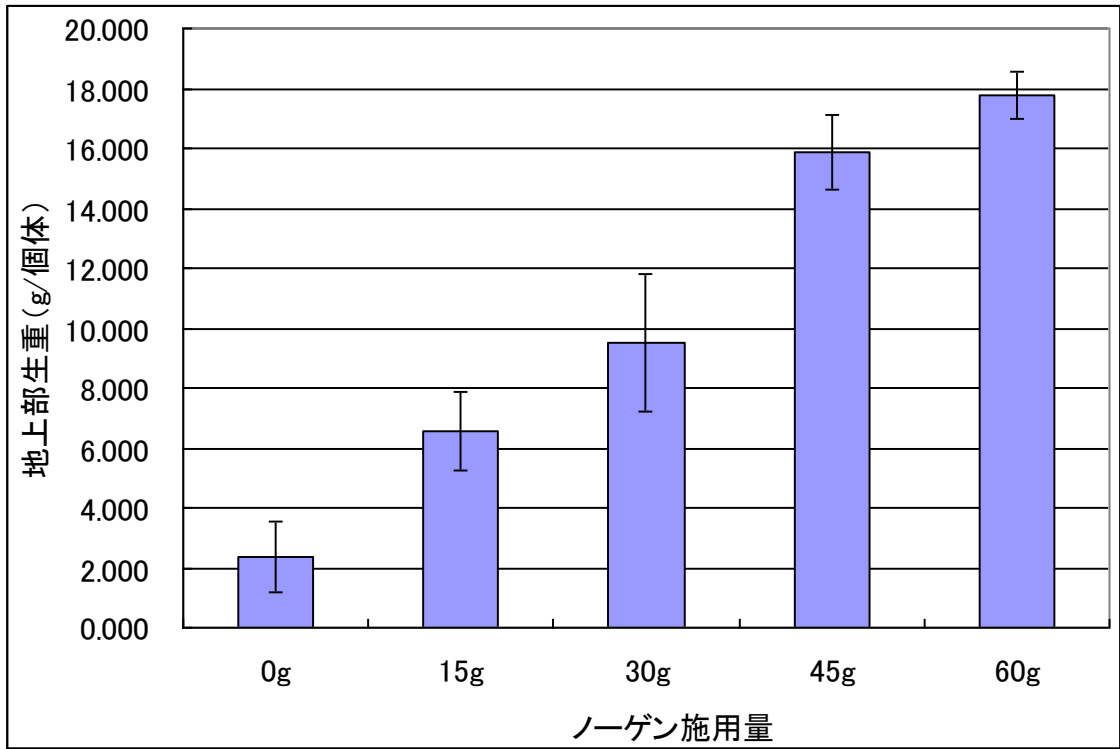


図 19 第 2 回サンプリング地上部生重

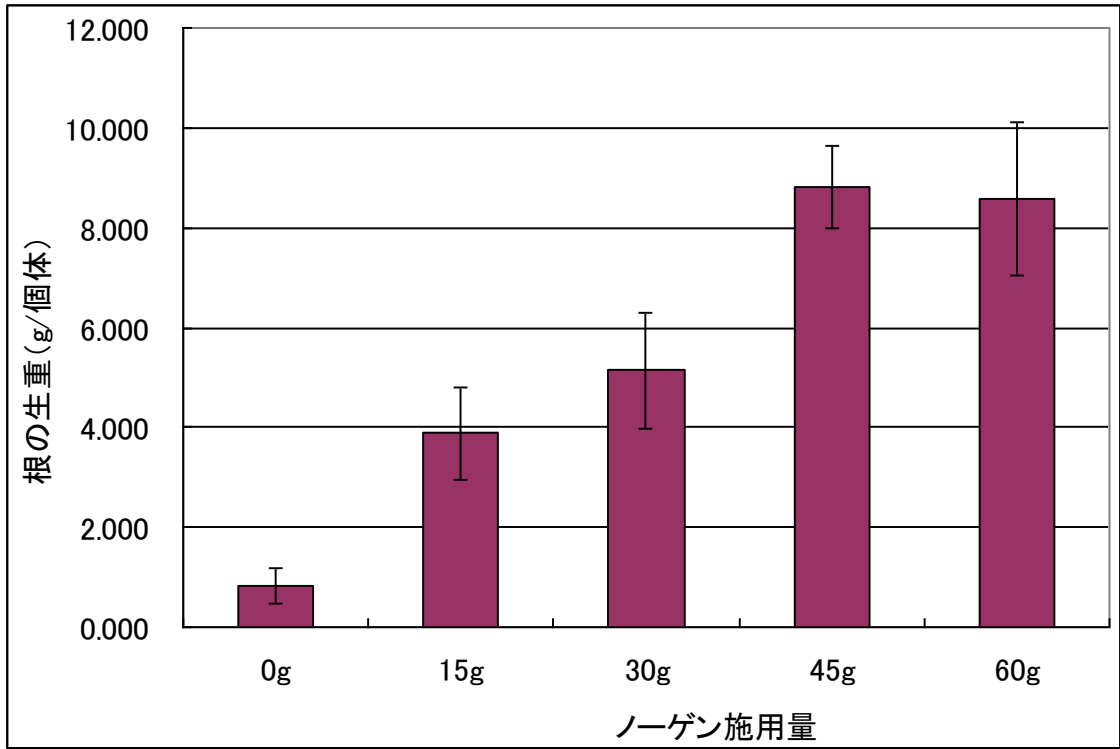


図 20 第 2 回サンプリングにおける根の生重

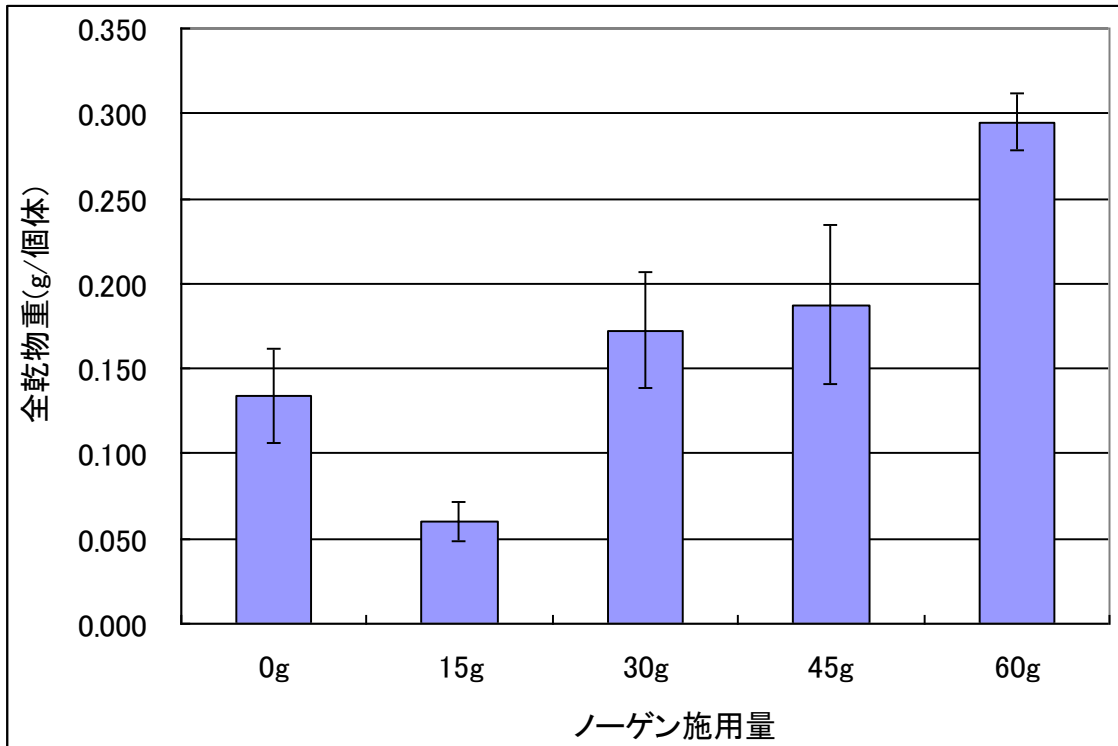


図 21 第 1 回サンプリングにおける全乾物重(地上部+根)

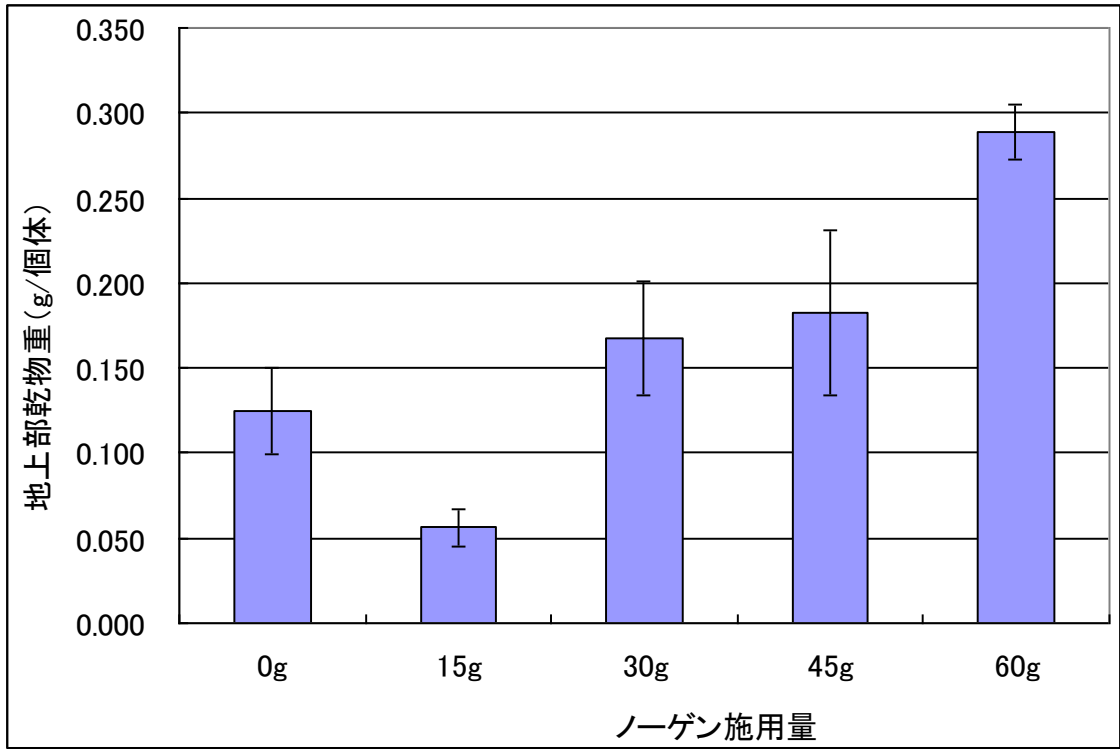


図 22 第 1 回サンプリングにおける地上部乾物重

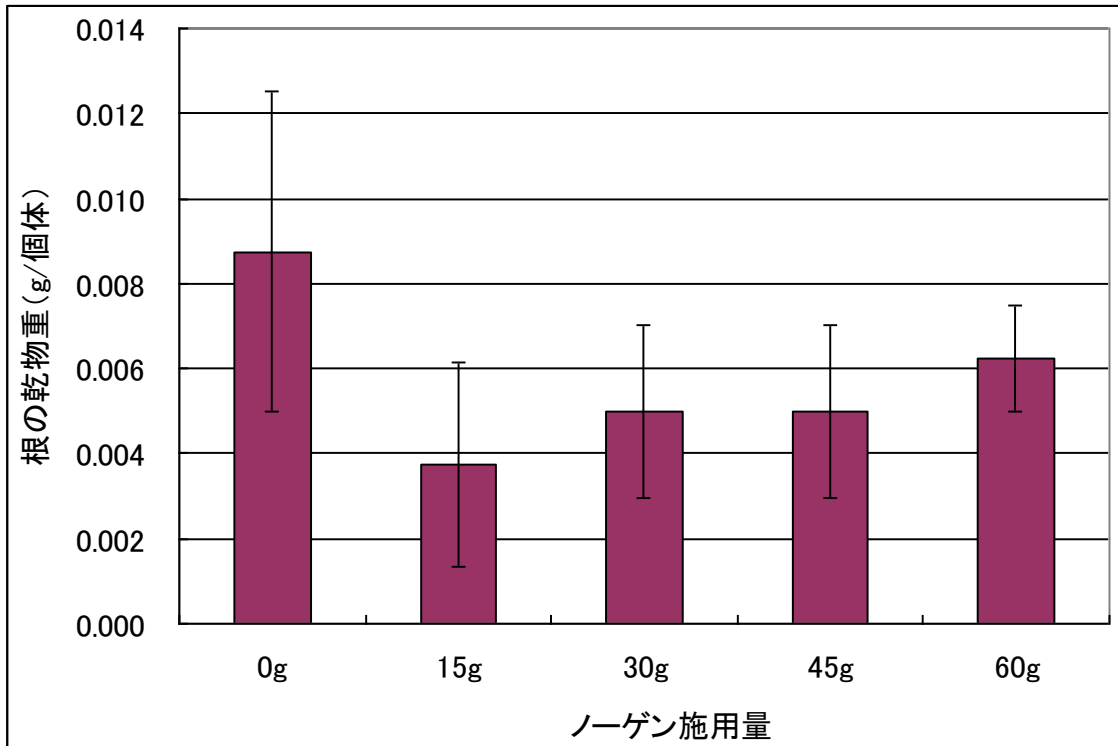


図 23 第 1 回サンプリングにおける根の乾物重

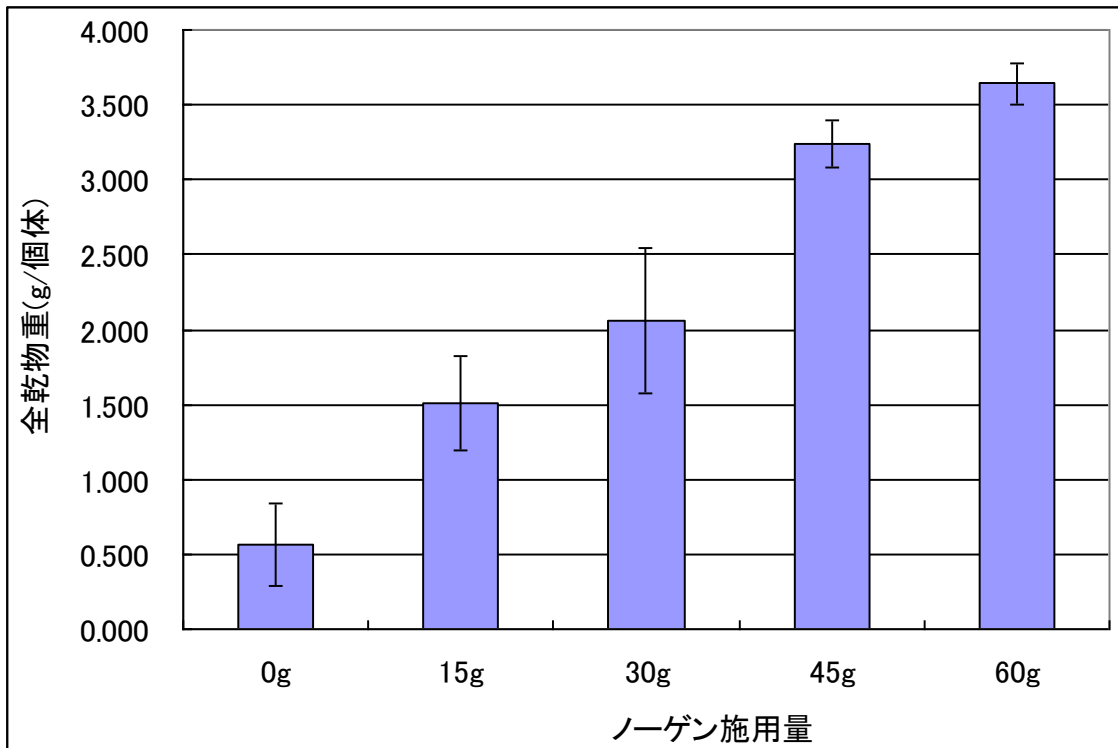


図 24 第 2 回サンプリングにおける全乾物重(地上部+根)

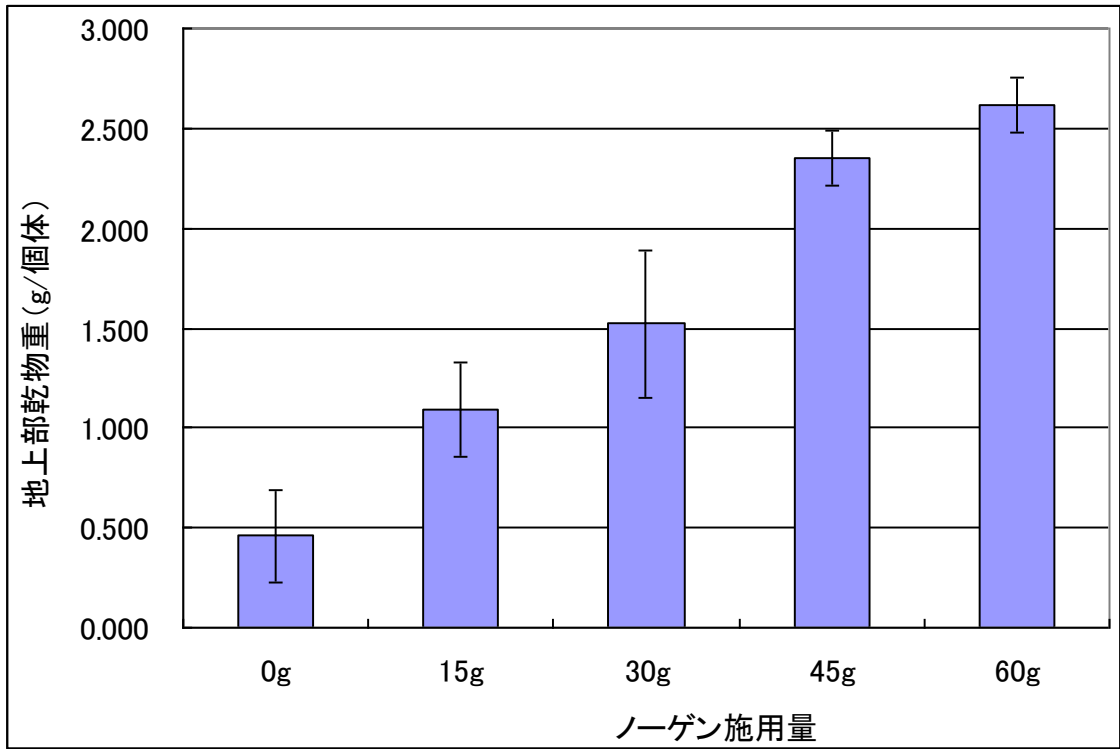


図 25 第 2 回サンプリングにおける地上部乾物重

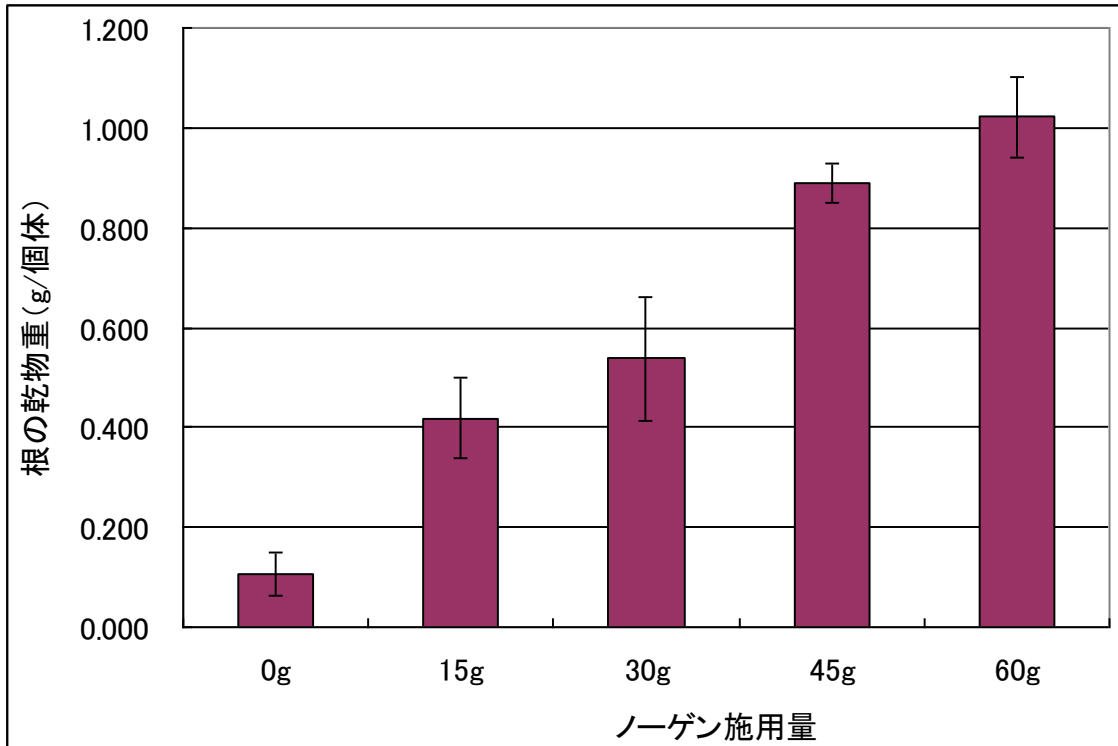


図 26 第 2 回サンプリングにおける根の乾物重



写真 1 第 2 回サンプリング時における各試験区

(左側から順に 0g 区, 15g 区, 30g 区, 45g 区, 60g 区)



写真 2 第 2 回サンプリング時における各試験区

(左側から順に 0g 区, 15g 区, 30g 区, 45g 区, 60g 区)



写真3 第2回サンプリング時における各試験区の根

(左側から順に0g区, 15g区, 30g区, 45g区, 60g区)

3 土壌 pH

土壌 pH は各試験区によって差はあったが pH4.97 から 5.78 の間を推移していた。土壌 pH は 60 日間で最大 pH0.51 の上昇がみられ、多少の変化はあったものの、本実験では各試験区 2 個体ずつしか測定していなかったため、その変化が測定誤差なのか土壌改良材(ノーゲン)によるものなのかは判らない。したがって、今後は測定する個体数を増やし、検討していく必要がある。

4 総合考察

生育調査では、土壌改良材(ノーゲン)による草丈、葉数、葉身長および葉緑素係数す

すべての項目において増加がみられ、葉緑素係数以外においては土壌改良材(ノーゲン)の施用量の増大に伴って増加することが判った。

サンプリングでも、根長、根径、葉面積、生重および乾物重すべての項目において増加がみられ、特に、播種後 30 日から 60 日までの 30 日間における根の著しい成長がみられた。土壌改良材(ノーゲン)は施用後直ちに効果が表れるのではなく、1 ヶ月ほどしてから地上部と根にそれぞれ大きな効果があることが判った。第 2 回サンプリングでは、根長は長い方から順に 15g 区、45g 区、60g 区、30g 区、0g 区となっているが、根の生重は重い方から順に 45g 区、60g 区、30g 区、15g 区、0g 区となっている(図 8, 図 20)。このことから、土壌改良材(ノーゲン)は根の長さではなく重量に効果があることが判り、根の太さや側根数の増加に効果があると思われる。

無施用区の 0g 区では、葉の黄化や枯れてしまった個体がいくつかみられ、サンプリングしてみると、側根がほとんどみられない小さな根であった。ホウレンソウは耐酸性に弱い作物であり、低 pH 土壌では根の先端に被害を受け、発芽しても子葉の先端が黄化して生育が停止し、ひどい場合には枯死する。これは、酸性害でホウレンソウにみられる症状であり、この酸性害が発生したと思われる。しかし、本実験での土壌 pH 測定からは pH の変化はあまりみられなかったため、明らかにすることはできなかった。

IV. まとめ

土壌改良材(ノーゲン)には、酸度矯正をはかり根の活力を増進する作用があるとされていた

が、本実験からは施用により酸度矯正が行われたのかどうかは明らかにすることはできなかった。しかし、根の活力増進作用については、根長、根の生重および乾物重から土壌改良材(ノーゲン)無施用区と施用区の間で差があり、効果がみられた。葉緑素係数の測定から、葉は青みを増したことが判る。また、土壌改良材(ノーゲン)の施用によって地上部の草丈、葉数、葉身長および葉面積が増加して光合成量も増したことにより、側根数が増加して養分や水分の吸収が良くなり、それが更なる地上部の成長へと繋がったと思われる。

今後は、土壌改良材(ノーゲン)の施用量を増やし、生育や収量がどこまで増加するか検討する必要がある。そして、土壌改良材(ノーゲン)による酸度矯正を、生育期間中における土壌pHの測定により明らかにする必要がある。また、本実験では葉菜類であるホウレンソウを使用した。土壌改良材(ノーゲン)は根への成長に大きな効果がみられたことから、今後は根菜類を使用し、根への効果をより明確にする必要がある。

V. 謝辞

本研究にあたり、株式会社東研より共同研究費としての資金の援助によって実施した成果である。ここに記して感謝の意を表す。

本論文をとりまとめるにあたっては、中部大学応用生物学部環境生物科学科谷山鉄郎教授には終始、懇切なご指導とご助言、そして励ましのお言葉を賜り、厚く御礼申し上げます。

また、本研究の遂行などにあたり、多大なるご支援、ご協力をいただきました谷山研究室の

大竹和美さんを始め、学生の皆様にも深く感謝いたします。

VI. 引用・参考文献

土壌改良材について

- ・ <http://www.kirakira.ne.jp/~kenzotabuchi/link67.htm>
- ・ <http://www2tokaioor.jp/shiba/FarmAssist/Farm-Assisthtm>

土壌改良材(ノーゲン)について

- ・ 株式会社東研 土壌改良材 ノーゲン

ハウレンソウについて

- ・ <http://www.agri.pref.hokkaido.jp/fukyu/kit/saibai/pdf/hourensou.pdf>