

# イネとの共存生態系に及ぼすホテイアオイの栽植密度の効果

## 1. 目的

水田共存生態系としての実用化の可能性を探る目的で行われた 2002 年度における研究では、栽植密度の高い区において単位面積あたりの炭素固定量（イネ+水面被覆植物：ホテイアオイ）の面でメリットが見られた反面、光や養分といった資源競合の緩和や最適密度の探求などの課題が提示された。

この結果を受けて本研究では、共存生態系における水面被覆植物の栽植密度を変化させた際の共存生態系の応答を、生育量、群落構造、収量の面から詳しく調査することを目的とした。本研究では、栽植密度を変化させた条件の中でイネとホテイアオイを競合させ、両者が新たに形成する群落構造の特性を把握し、そのことが両者の生育収量などに及ぼす影響を調査することにした。

## 2. 材料および方法

### 1) 作業経過

実験は、筑波大学農林技術センター内の実験水田において 2003 年に実施した。実験では、イネの栽植密度を 22.2 株/m<sup>2</sup>に統一し、ホテイアオイの栽植密度のみを変化させた。処理区としては、ホテイアオイの栽植密度を 0、5.6、11.1、16.7、22.2 株/m<sup>2</sup>とした区（以下、0、5.6、11.1、16.7、22.2 区と呼称）と、ホテイアオイのみを 11.1 株/m<sup>2</sup>で栽植した区（以下、11.1x 区と呼称）を設け、1 区 11.7 m<sup>2</sup>、3 反復の乱塊法で各処理区を配置した。処理区の配置を図 1-1 に、各処理区のイネおよびホテイアオイの栽植方法を図 1-2 に示す。

茨城県経済連から購入した 2002 年産コシヒカリの種子を 5 月 2 日に播種した。圃場は、5 月 6 日にロータリ（Y 社製 FX305）を用いて耕うんした。5 月 12 日に基肥として複合肥料（N:8%、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>:20%、K<sub>2</sub>O:20%含有）を N 成分で 5 kg/10a 施用した。5 月 13 日に入水後、5 月 16 日に代かきを行った。イネは、5 月 20 日に乗用型 5 条移植機（K 社製 S1-500R）を用いて移植し、20 株×13 畦からなる処理区を計 18 区設置した。各処理区に 10 株×5 畦、計 50 株の調査箇所を設定し、その部分のイネについては植付本数を 4 本に揃えた。その後、ホテイア

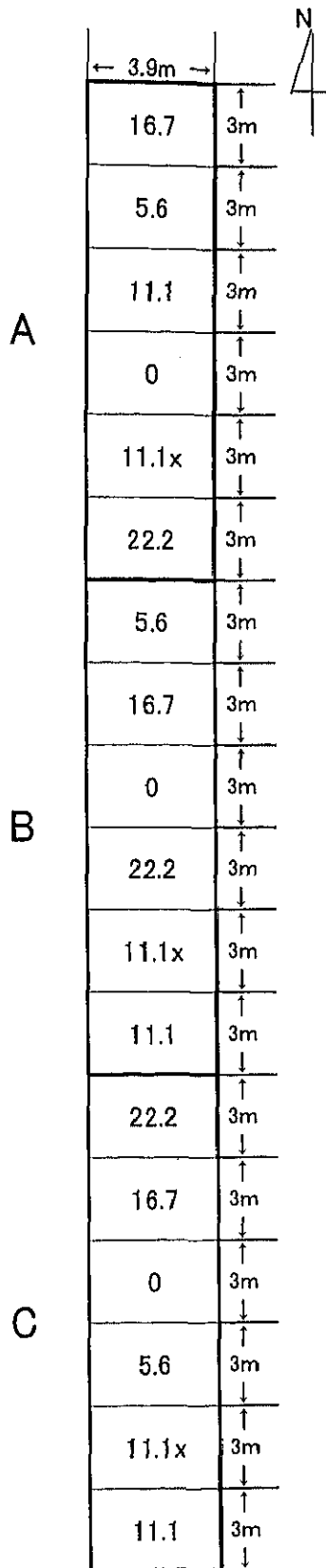


図1-1 試験区の配置

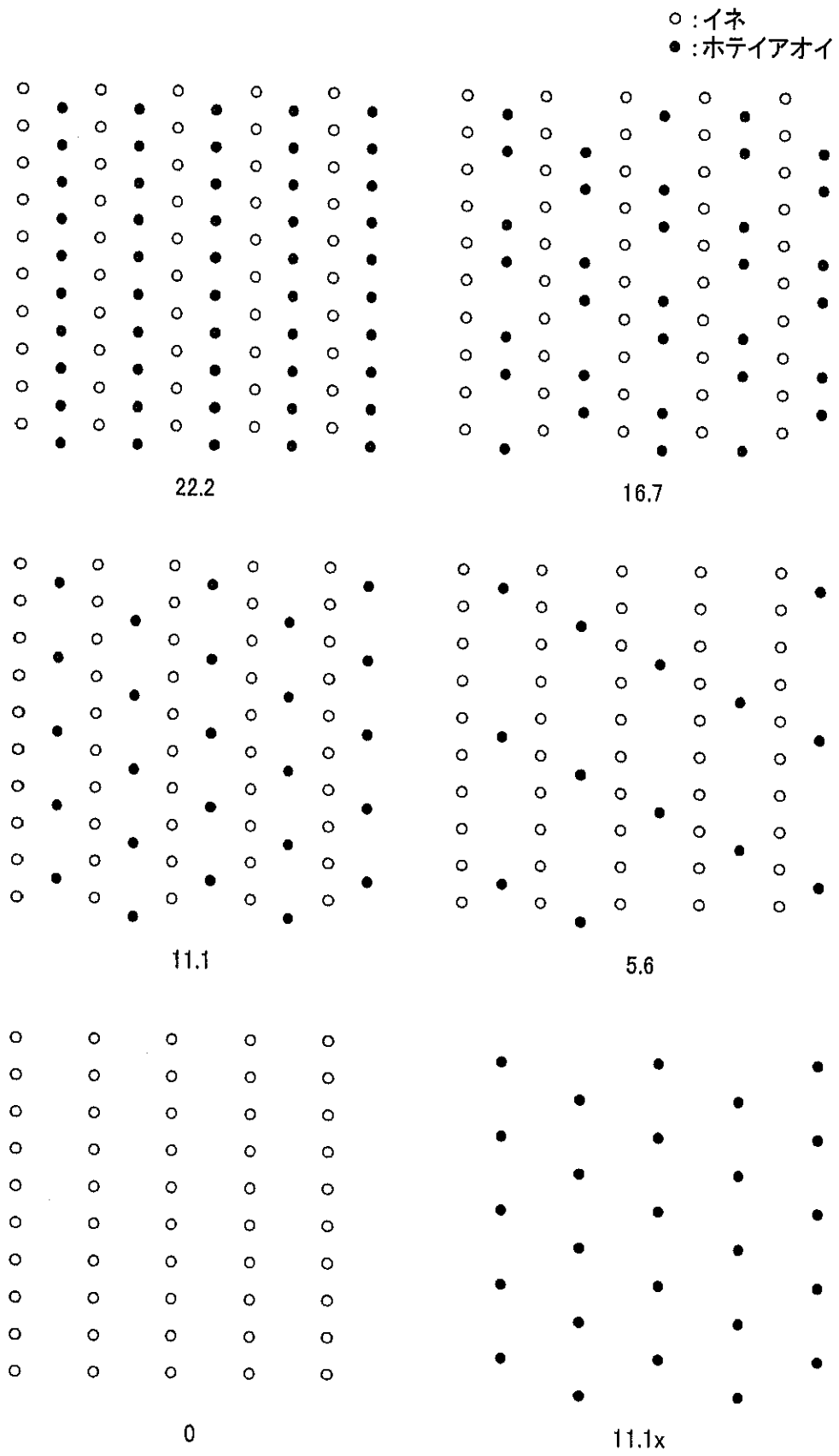


図1-2 各試験区のイネおよびホテイアオイの栽植方法

オイを1株ずつ手植えした。根を土中に埋め込み固定することを基本としたが、水深の深い場所などで風に流される恐れのある個体については割り箸を用いてさらに移動を制限するようにした。

追肥は硫安（N:21%含有）を用いて、6月3日に2kgN/10a、7月23日に1.5kg N/10aをそれぞれ施用した。7月30日に、殺虫殺菌剤としてMPP・フラサイド・ペンシクロン・EDDP粉剤（MPP:2.0%、フラサイド:1.5%、ペンシクロン:1.5%、EDDP:2.0%含有）を3kg/10a散布した。

ホテアオイの収穫は9月22日～23日に行った。また、9月26日に坪刈りおよび収量構成要素の調査に用いるイネ50個体を地際から手刈りで収穫した。

## 2) 調査項目

### ① 作業暦

作業歴、調査項目および調査日を表1に示す。

### ② 苗質

移植当日に、移植に用いたイネの苗100個体を対象に草丈、葉齢および根数を調査した。また100個体ずつ3反復分を対象に80℃で48時間乾燥させた後、乾物重を測定した。

### ③ ホテアオイ

移植当日に、供試のホテアオイ10株を対象に葉数、根長、最大幅、草高を調査した。

### ④ 地温

データロガー（T&D製 TR-52）を用いて、5月27日（移植後7日目）から15分おきに、各試験区の深さ5cm部分における地温データを測定記録した。

### ⑤ イネの生育量

移植後3週間ごとに計5回（6月10日、6月30日、7月22日、8月12日、9月2日）、各調査区のイネ10個体を対象に、草丈、茎数、SPAD値を測定した。SPAD値はSPAD計（ミノルタ社製葉緑素計 SPAD-502）を用いて、最上位の完全展開葉における葉身中央部を測定した。

### ⑥ ホテアオイの生育量

イネの生育調査と同日に、最大幅、最小幅、草高を測定した。

表1 作業歴および調査項目

月日	作業	調査
4月22日	薬浸	
5月2日	播種	
5月6日	苗搬出、緑化・硬化 耕起	
5月9日		土壌サンプリング
5月12日	基肥 施用	
5月13日	入水	
5月16日	代かき	
5月20日	イネ、ホテアオイ移植	苗質、ホテアオイ調査 地温測定開始
6月3日	分けつ肥 施用	
6月10日		生育調査①
6月23日		最高茎数調査開始
6月30日		生育調査②
7月22日		生育調査③
7月23日	穂肥 施用	
7月30日	殺虫殺菌剤 散布	
8月12日		生育調査④
9月2日		生育調査⑤
9月22日	ホテアオイ収穫	
9月23日		
9月25日	雑草収穫	
9月26日	イネ収穫	有効茎数調査
10月1日		土壌サンプリング

## ⑦イネの生長解析

生育調査と同日に、各処理区から平均茎数に近いイネ1株を地際から刈取り、自動葉面積計(林電工社製 AAM-9)で葉面積を測定した。さらに、葉身、葉鞘、穂、枯死部葉身、枯死部葉鞘の各部位に切り分け、80℃で48時間乾燥させた後、各部位の乾物重を測定した。求めた葉面積と乾物重の値から、相対成長率(RGR)、葉面積比(LAR)、純同化率(NAR)、葉面積指数(LAI)、個体群成長率(CGR)を算出した。

## ⑧群落構造調査

生育調査と同日に、照度計(ミノルタ社製デジタル照度計 T-1H)を用いて

10 cmごとの相対照度を測定した。また、平均茎数に近いイネ 1 株を 10cm の層別に刈取った。また、ホテイアオイ 1 株についても同様の手順で刈取った。得られたサンプルを部位別に分け、80℃で 48 時間乾燥させた後、乾物重を測定した。相対照度と層別刈取りの結果を用いて、群落の生産構造図を作成した。さらに、イネについては、生長解析における葉面積の値と合わせて吸光係数を算出した。

#### ⑨有効茎歩合

最高分けつ期前後の 6 月 23 日～7 月 18 日に生育調査株の茎数を調査し、最高茎数を求めた。また、収穫時に有効茎数を測定し、有効茎歩合を算出した。

#### ⑩ホテイアオイの坪刈収量

各処理区からホテイアオイを 1.5m×1.5m の範囲で収穫し、株数を計測すると共に、80℃で 1 週間乾燥させた後、地上部と地下部に分けてそれぞれ乾物重を測定した。

#### ⑪雑草の乾物収量および本数

9 月 25 日に、各処理区から雑草を採取した。採取後、種類ごとに個体数および乾物重を測定した。

#### ⑫イネの収量構成要素

各処理区から 50 株を収穫し、収量構成要素を測定した。

#### ⑬イネの坪刈収量およびわら比

収量構成要素調査用の 50 株について、全重を測定し、坪刈用脱穀機で脱穀してわら重と粗籾重および精籾重を測定した。わらの乾物重と水分 15% 値に換算した粗籾重からわら比を算出した。

#### ⑭イネの地上部の炭素および窒素含有率と単位面積あたりの各固定量

イネは茎葉と子実に分け、茎葉については 80℃で 48 時間乾燥させた後、粉碎機（木屋製作所製）を用いて 0.5 mm のフィルターを通して一次粉碎し、さらに二次粉碎として遠心粉碎機（日本精機製作所製 ZM-100）を用い、0.25 mm のフィルターを通して微粉碎した。子実については遠心粉碎機を用い、0.25 mm のフィルターを通して粉碎した。その後、CN コーダー（住化分析センター社製 NC-ANALYZER SUMIGRAPH NC-800）を用いて炭素および窒素の各含有率を

測定した。さらに、炭素および窒素含有率に各部位の乾物重を乗じ、炭素および窒素の面積あたり固定量を求めた。

⑮ホテイアオイの炭素および窒素含有率と単位面積あたりの各固定量

ホテイアオイは茎葉と根に分け、80℃で48時間乾燥させた後、遠心粉砕機を用いて0.25 mmのフィルターを通して粉砕した後、CNコーダーを用いて炭素および窒素の各含有率を測定した。さらに、炭素および窒素含有率に各部位の乾物重を乗じ、炭素および窒素の単位面積あたり固定量を求めた。

⑯雑草の炭素および窒素含有率と各固定量

雑草の乾物を乳鉢で粉砕した後、CNコーダーを用いて炭素および窒素の各含有率を測定した。さらに、炭素および窒素の含有率に乾物重を乗じ、炭素および窒素の面積あたり固定量を求めた。

⑰土壌の炭素および窒素含有率

入水前(5月9日)に圃場全体を3分割し、各3ヶ所から土壌を採取した。収穫後(10月1日)は各処理区5ヶ所から土壌を採取した。土壌は区ごとに混合し、風乾した後、2mmの篩で篩い、さらに乳鉢で細かく粉砕した後、CNコーダーを用いて炭素および窒素の含有率を測定した。

⑱共存生態系全体の炭素および窒素固定量

単位面積あたりのイネ、ホテイアオイ、雑草の炭素および窒素の固定量を合計し、共存生態系全体としての炭素および窒素の各固定量とした。

### 3. 結果および考察

#### 1) イネの苗質

供試した苗の草丈は17.7 cm、葉齢は3.0、根数は6.5本、乾物重は1.37g/100本であった。

#### 2) ホテイアオイ

供試したホテイアオイの葉数は6.7枚、根長は13.8 cm、最大幅は14.6 cm、草高は8.9 cmであった。

#### 3) 地温

地温の推移を図 2 に示す。

ホテイアオイの栽植密度が高い区で、地温が低かった。とくにイネのみの区（0区）では、ホテイアオイを栽植した区に比べて高かった。これは、ホテイアオイが水面を被覆したことで地温の上昇が抑制されたためと考えられた。

#### 4) イネの生育量

イネの草丈、茎数、SPAD 値の推移を図 3 に示す。

草丈については、移植後 6 週目から処理区間の差がみられ始め、ホテイアオイの栽植密度の増加に伴って草丈は低くなった。

茎数については、全期間において処理区間の差がみられ、ホテイアオイの栽植密度の増加に伴って茎数は減少した。

SPAD 値については、移植後 3 週目から 9 週目にかけて処理区間の差がみられ、ホテイアオイ密度の増加に伴って小さくなった。12 週目以降では差がみられなかった。

これらの点から、ホテイアオイの栽植密度の増加によってイネの生育量は小さくなったと考えられた。

#### 5) ホテイアオイの生育量

ホテイアオイの最大幅、最小幅、草高の推移を図 4 に示す。

最大幅については、移植後 3 週目から 6 週目にかけて大きく増加し、以後は変動幅が小さくなった。とくにホテイアオイのみを 11.1 株/m<sup>2</sup>で栽植した区（11.1x）では、3 週から 6 週にかけて増加が著しく、9 週になると大きく減少した。減少は、混み合いによる下部の枯死とランナーの切り離しによるものと考えられた。11.1x 区を除いた処理区間で比較すると、移植後 3 週目と 9 週目で差がみられたが、他の時期では有意な差はみられなかった。

最小幅については、全処理区ともに生育期間を通して 15~20 cm の間で推移しており、最大幅に比べて変化が小さかった。また、処理区間に有意な差はみられなかった。

草高については、11.1x 区以外の区においては S 字状に推移した。移植後



6 週目と 9 週目以外では処理区間における有意な差はみられなかったが、ホテイアオイの密度が高い区では草高が高まった。また 22.2 区では、他の処理区と比べて 3 週目から 6 週目にかけて大きく増加した。一方 11.1x 区では、3 週目から 12 週目にかけては変化が小さかったが、12 週目から 15 週目で大きく増加した。

以上の点から、ホテイアオイは栽植密度が低いと水平方向への生長の後に垂直方向へ生長したが、栽植密度が高いと早い生育段階から垂直方向への伸長に転換したと考えられた。さらに、最小幅の変動が最大幅の変動に比べて小さいことから、水平方向の空間を求めて生育し、ホテイアオイは自身にとってより効率的な生長を目指したものと考えられた。

#### 6) イネの生長解析

イネの生長解析の結果を図 5 に示す。

RGR および LAR はいずれも移植後 3~6 週で最も高い値を示し、その後急激に減少した。また、ホテイアオイの栽植密度は RGR、LAR および NAR に影響を及ぼさなかった。

LAI は、移植後 6~9 週で急激に増加した。移植後 6 週以降で栽植密度による差がみられ、0 区と 5.6 区のグループと 11.1 区、16.7 区および 22.2 区のグループとに分かれた。22.2 区で減少がみられたが、これは下部の葉身の枯死によるものと考えられた。

CGR については、0 区・16.7 区、5.6 区・22.2 区がそれぞれ類似した推移をみせた。また 9~12 週以外の期間において、ホテイアオイの栽植密度の影響がみられた。従って、移植後 6 週目以降の CGR は LAI が特に強く影響したものと考えられた。

#### 7) 群落構造調査

相対照度を図 6 に、イネの吸光係数を図 7 に示す。

相対照度については、移植後 9 週目の高さ 30cm から 50cm で差がみられ、5.6 区が最も小さく、ついで 0 区、続いて 11.1 区と 16.7 区がほぼ同値となり、22.2 区は最大となった。

イネの吸光係数は、いずれの区においても3週で最も高く、6週にかけて急激に減少したのち、9~15週にかけて増加した。また全期間において、ホテアオイの栽植密度の増加にともなって吸光係数が高くなった。

#### 8) 有効茎歩合

有効茎歩合の結果を図8に示す。

最高茎数および有効茎数については、ホテアオイの栽植密度の増加に伴って減少した。一方、有効茎歩合には栽植密度の影響はみられなかったが、ホテアオイ栽植密度11.1株/m<sup>2</sup>までは増加し、22.2株/m<sup>2</sup>で急激に減少する傾向がみられた。これは、ホテアオイが栽植されたことを受けて、イネは無駄な投資を減らすため無効分げつを減らすように作用した結果、有効茎歩合は大きくなったと解釈された。しかし、ホテアオイの栽植密度が22.2株/m<sup>2</sup>にもなると最高茎数そのものが少なくなるため有効茎歩合が小さくなったと考えられた。

#### 9) ホテアオイの坪刈収量

ホテアオイの坪刈収量を図9に示す。

茎葉、根、増殖率について、ホテアオイの栽植密度の影響がみられたため、ここではホテアオイの栽植密度が11.1株/m<sup>2</sup>以上と11.1株/m<sup>2</sup>以下の領域に分けて、それぞれ線形回帰を行うことにした。

ホテアオイの収量は、茎葉、根ともホテアオイ栽植密度の増加に伴って増加した。また、11.1x区ではイネを混植した区よりも多くの収量を得ることができた。2本の回帰直線は、栽植密度8株/m<sup>2</sup>付近で交差した。

一方、増殖率は、ホテアオイの栽植密度の増加に伴って減少した。また11.1x区ではイネを混植した区よりも増殖率は高くなった。このことから、水平方向への伸張の余地がある場合には、ホテアオイは株数を積極的に増加させるものと考えられた。2本の回帰直線は、栽植密度8株/m<sup>2</sup>付近で交差した。

以上のことから、ホテアオイの栽植密度の低い区ではホテアオイは株数を増やすが、密度の高い区では1株の生長量を増大させることで収量を増

大きさせるように働いたものと考えられた。

#### 10) 雑草の乾物収量および発生本数

雑草の乾物収量を表 3-1、発生本数を表 3-2 に示す。

0 区では乾物重、本数ともに他の区を大きく上回り、また出現種数も多かった。このことから、ホテイアオイの被覆は雑草の発生を抑制するものと考えられた。一方、11.1 区と 11.1x 区を比較すると、11.1 区では乾物収量が少ない傾向がみられた。このことから、イネとホテイアオイとの共存生態系では、ホテイアオイ単独の系よりも雑草抑制効果が増大するものと考えられた。

#### 11) イネの収量構成要素

イネの収量構成要素を図 10 に、イネの稈長および穂長を図 11 に示す。

m<sup>2</sup>あたり穂数、一穂穎花数、玄米収量については、ホテイアオイの栽植密度の影響がみられ、いずれもホテイアオイの栽植密度の増加に伴って減少した。登熟歩合、千粒重については栽植密度の影響はみられなかったことから、玄米収量については m<sup>2</sup>あたり穂数、一穂穎花数が影響したと考えられた。

m<sup>2</sup>あたり穂数は、11.1 株/m<sup>2</sup>以上の回帰直線の傾きは 11.1 株/m<sup>2</sup>以下に比べ急になり、交点は、栽植密度 9 株/m<sup>2</sup>付近であった。また一穂穎花数では逆に、11.1 株/m<sup>2</sup>以上の回帰直線の傾きは 11.1 株/m<sup>2</sup>以下に比べ緩やかになり、交点は栽植密度 6 株/m<sup>2</sup>付近であった。玄米収量は、2 本の回帰直線の傾きはほぼ同じであった。

稈長については、ホテイアオイの栽植密度が高い区で小さかったが、穂長については、処理区間の差はみられなかった。

#### 12) イネの坪刈収量および籾わら比

イネの坪刈収量および籾わら比の結果を図 12 に示す。

わら重、粗籾重、精籾重については、ホテイアオイ密度の増加に伴って減少した。わら重、粗籾重、精籾重のいずれにおいても回帰直線は栽植密度 11.1 株/m<sup>2</sup>以上で急激な減少を示した。一方、籾わら比については、ホテイアオイの栽植密度の効果はみられなかった。

### 13) イネの地上部の炭素および窒素含有率と単位面積あたり固定量

イネの地上部の炭素および窒素含有率を図 13 に、単位面積あたり固定量を図 14 に示す。

茎葉については、炭素含有率でホテイアオイの栽植密度の影響がみられ、栽植密度の増加に伴って炭素含有率は減少した。

子実については、炭素含有率、窒素含有率、C/N 比で栽植密度の影響がみられた。炭素含有率は、ある密度レベルまでは増加するが、以降は減少した。一方、窒素含有率は、ホテイアオイの栽植密度の増加にともなって減少した。C/N 比は増加したが、これは窒素含有率の減少が大きかったためと考えられた。

### 14) ホテイアオイの炭素および窒素含有率と単位面積あたり固定量

ホテイアオイの炭素および窒素含有率を図 15 に、固定量を図 16 に示す。

茎葉、根ともに、炭素、窒素含有率および含有量については、ホテイアオイの栽植密度による影響はみられなかった。

一方、炭素および窒素固定量は、ホテイアオイの栽植密度の増加に伴って増加した。このことから、ホテイアオイの炭素および窒素固定量の増加は、収量の増加によるものと考えられた。

### 15) 土壌の炭素および窒素含有率

土壌の炭素および窒素含有率の結果を図 17 に示す。

採取時期による両含有率の違いは、いずれの区においてもみられなかった。また、収穫後の土壌における処理区間の違いもみられなかった。したがって、ホテイアオイの栽植密度が土壌の炭素および窒素の含有率に及ぼす影響は小さいと考えられた。

### 16) 共存生態系全体の炭素および窒素固定量

共存生態系全体の炭素および窒素固定量を図 18 に示す。

炭素固定量は、ホテイアオイ栽植密度の増加に伴ってした。栽植密度 11.1

株/m<sup>2</sup>以上の領域における回帰直線は、栽植密度 11.1 株/m<sup>2</sup>以下の領域に比べて傾きが緩やかになった。

窒素固定量も、11.1 株/m<sup>2</sup>まではホテイアオイの栽植密度の増加に伴って増加したが、16.7 株/m<sup>2</sup>では減少した。これは、イネの窒素固定量の減少分をホテイアオイの増加分で補えなかったためと考えられた。ホテイアオイのみを 11.1 株/m<sup>2</sup>で栽植した場合は、同密度でイネと共存させた場合と比較して窒素固定量が多くなった。

また、ホテイアオイの栽植密度の増加に伴って、イネの炭素固定量および窒素固定量は減少するものの、ホテイアオイの固定量は増加するため、結果として共存生態系全体での炭素および窒素固定量は増加したものと考えられた。

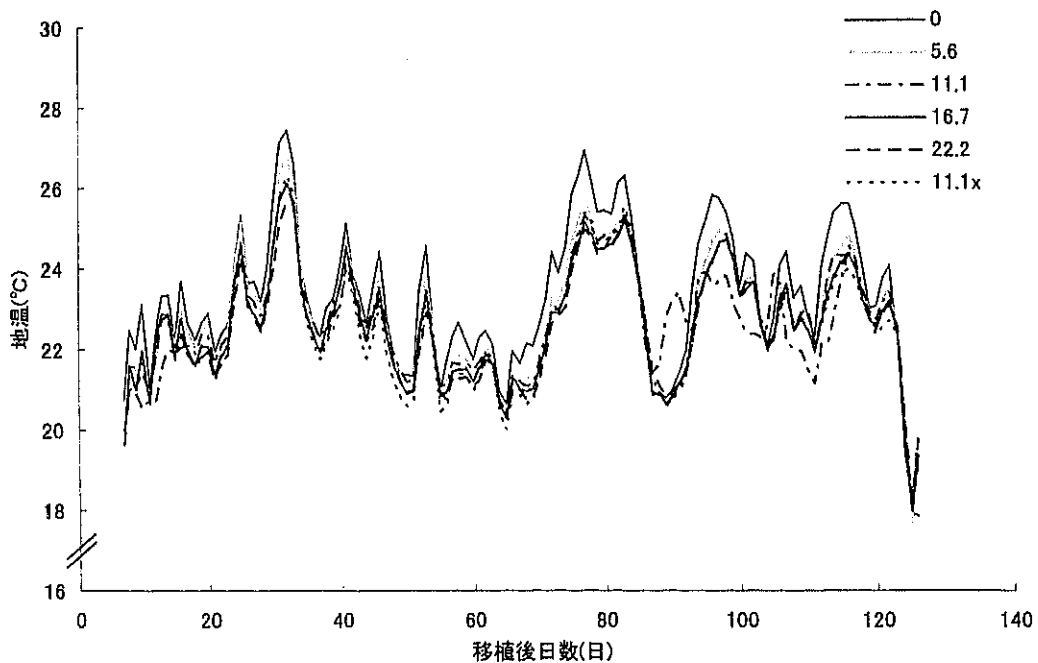


図2 試験期間中における地温の推移

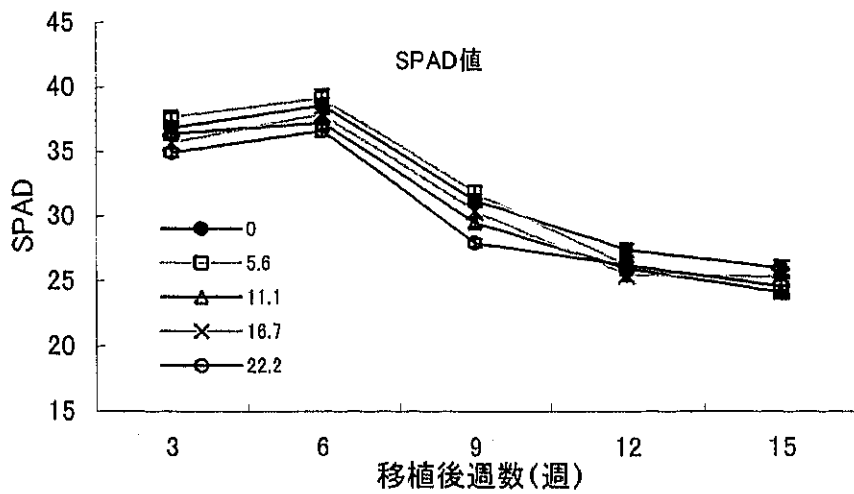
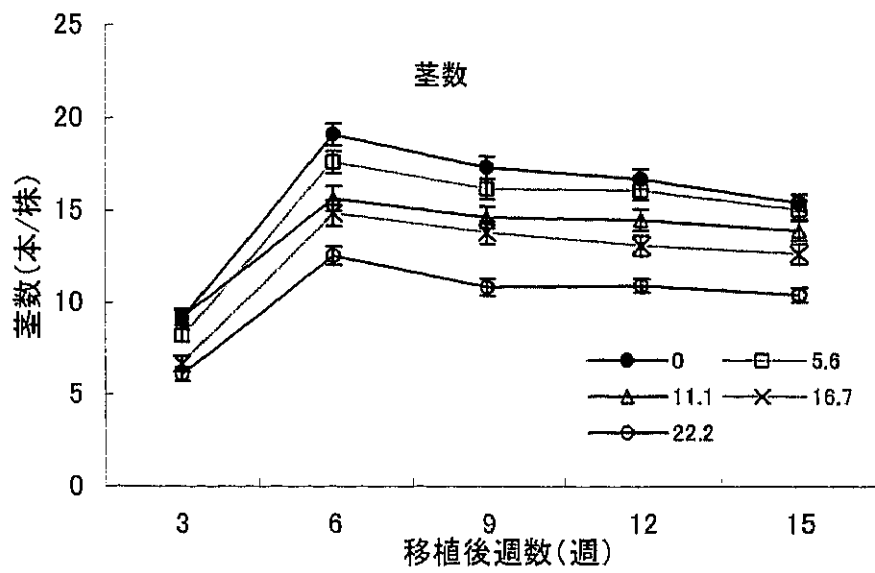
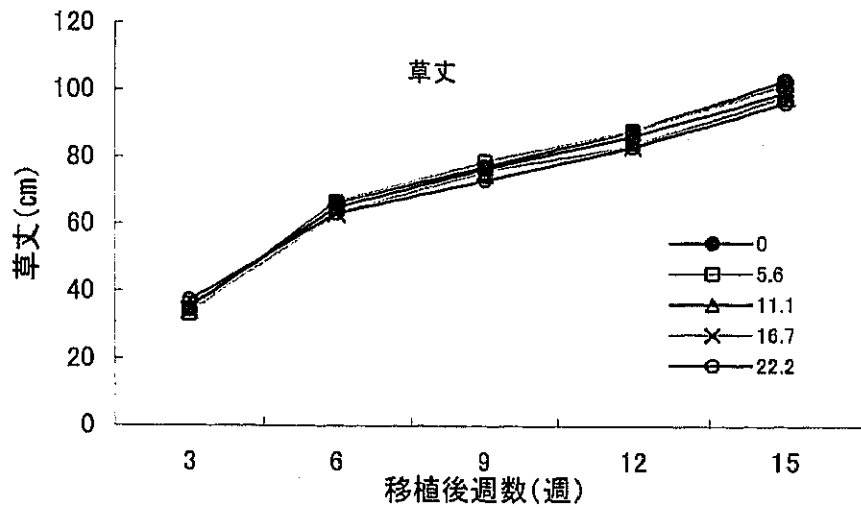


図3 ホテイアオイの栽植密度がイネの生育に及ぼす影響

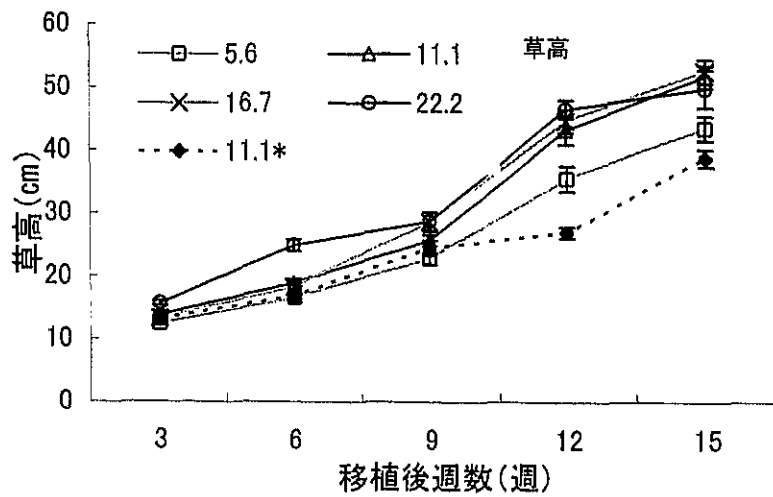
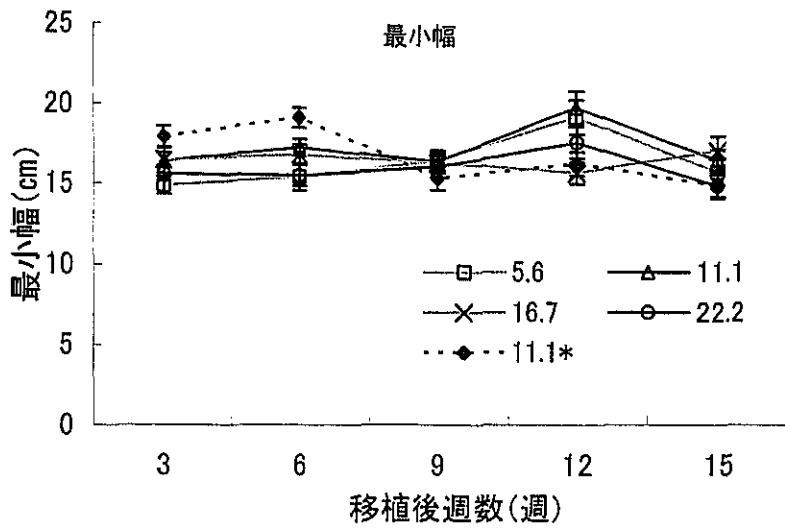
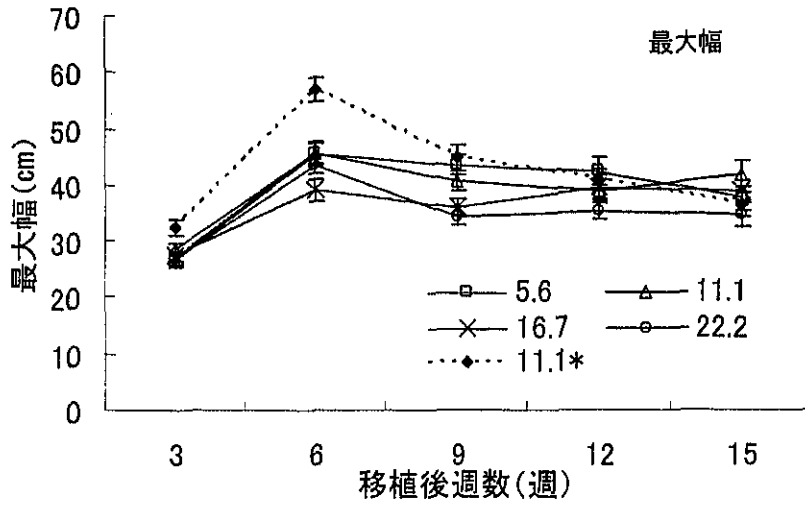


図4 栽植密度がホテアオイの生育に及ぼす影響

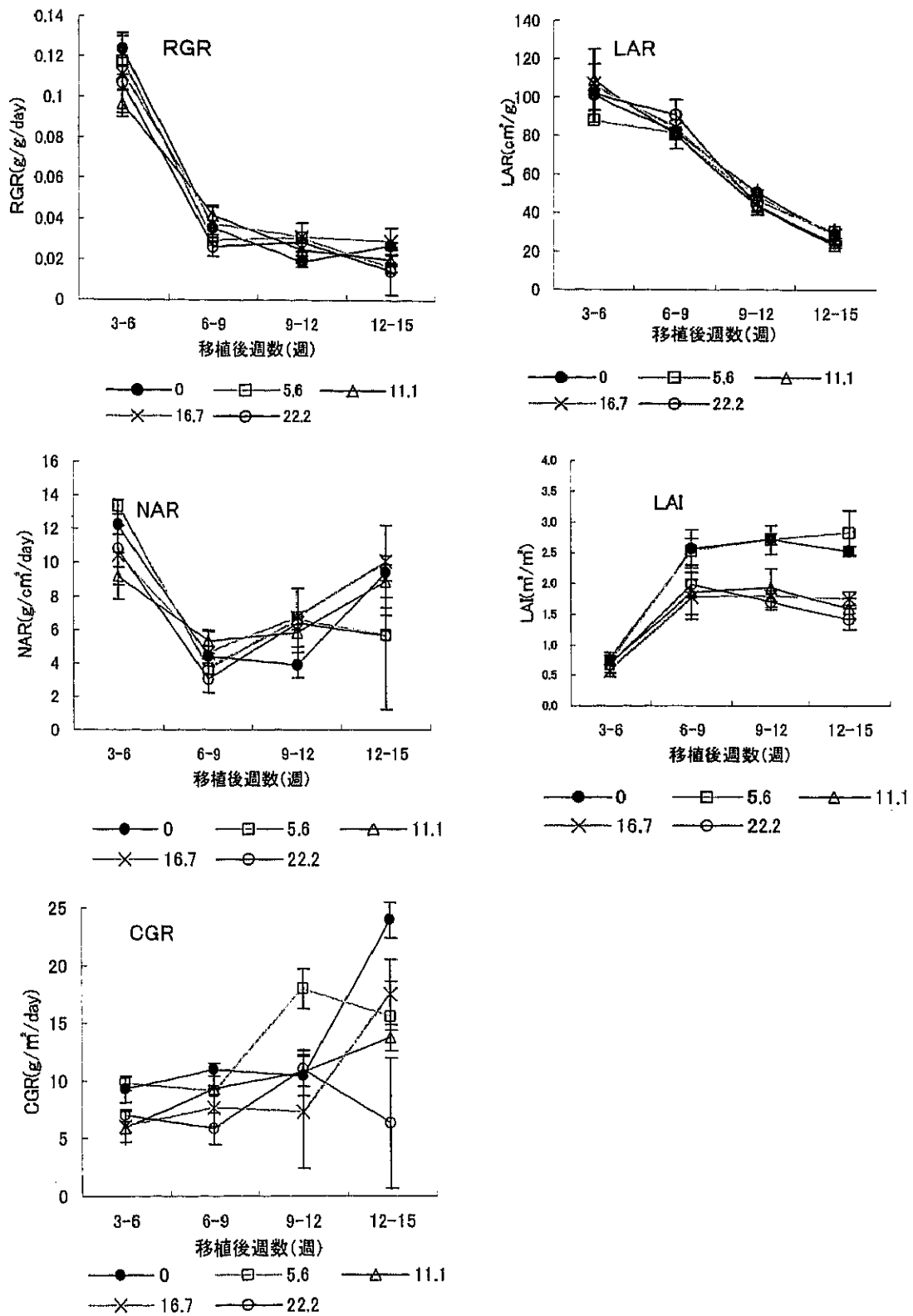


図5 イネの生長解析



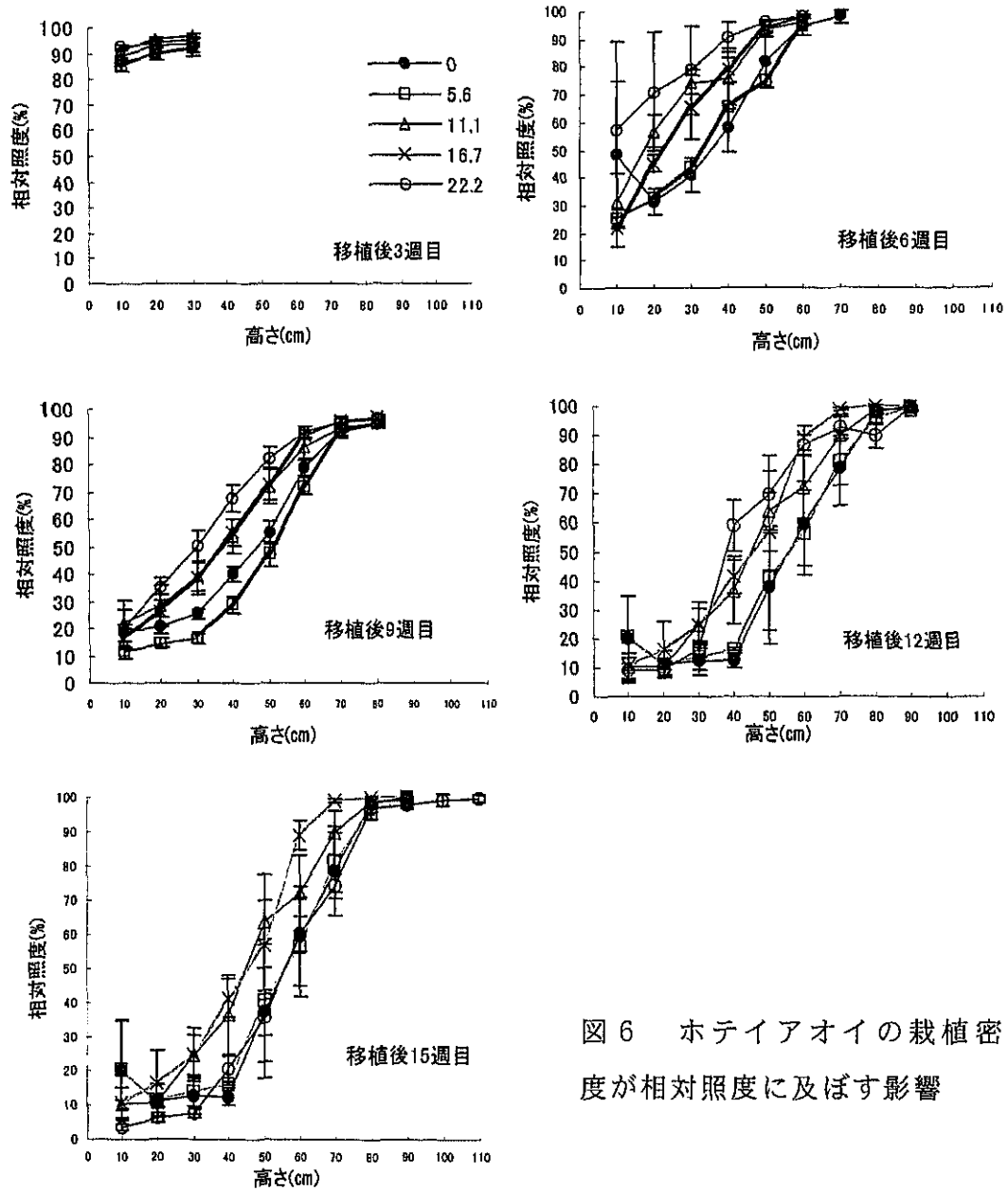


図6 ホテアオイの栽植密度が相対照度に及ぼす影響

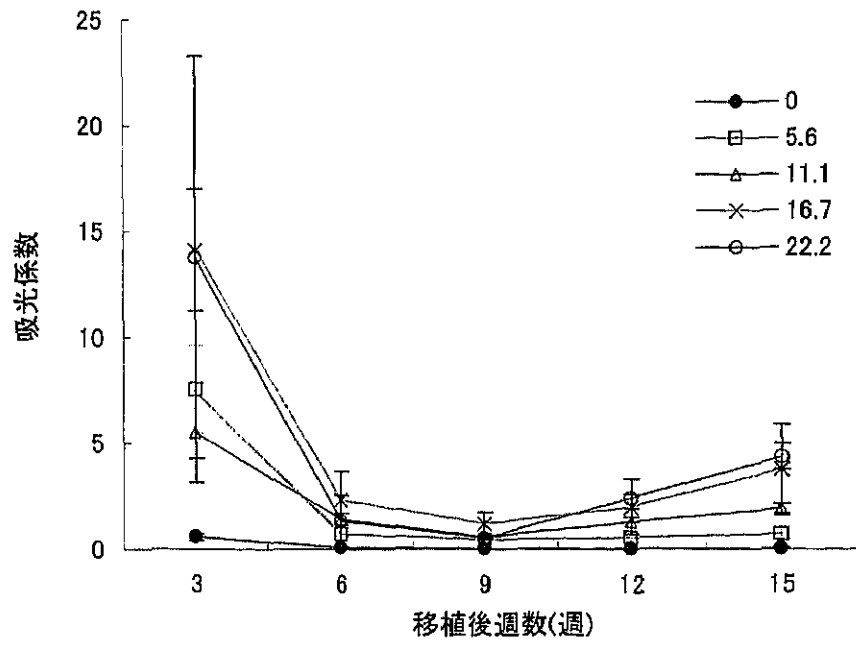


図7 ホアインオイの栽植密度がイネの吸収係数に及ぼす影響

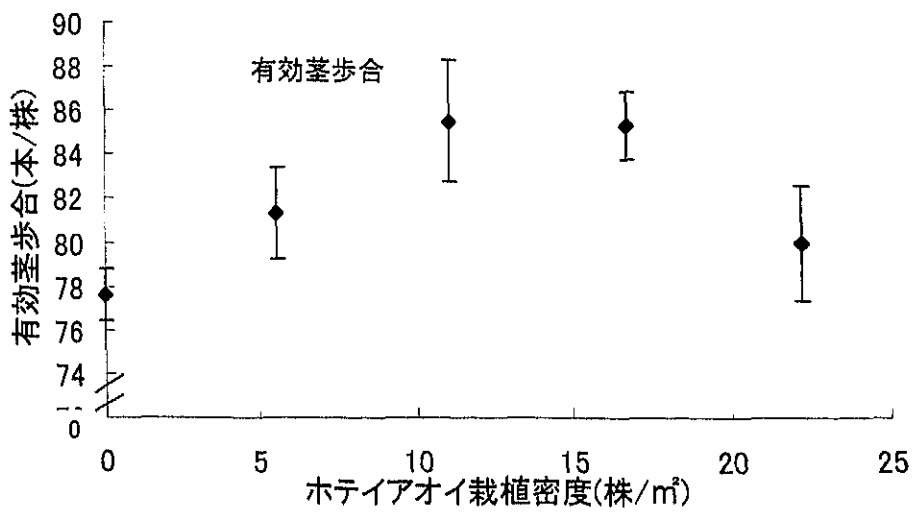
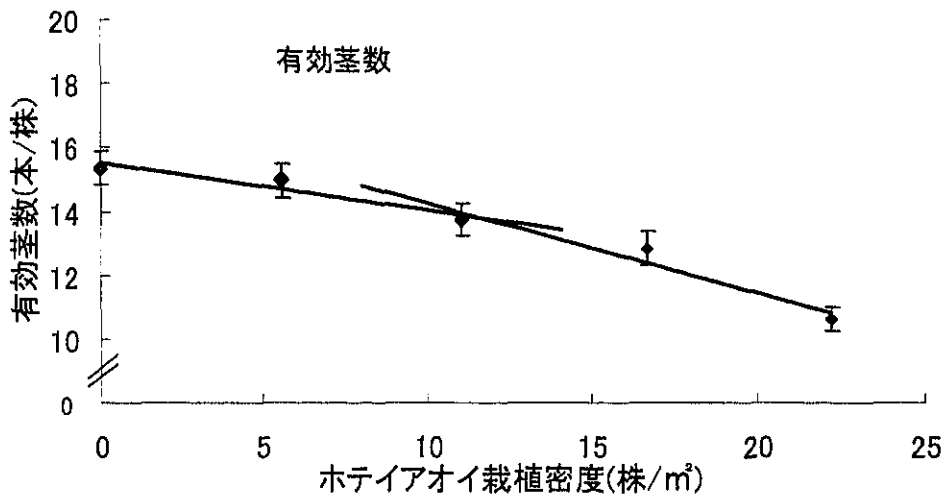
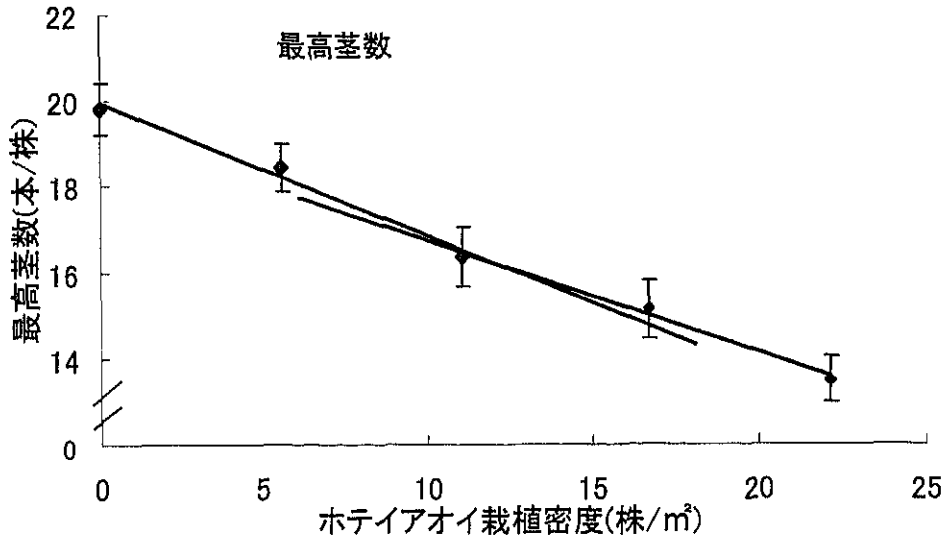


図8 ホテアオイの栽植密度がイネの有効莖歩合に及ぼす影響

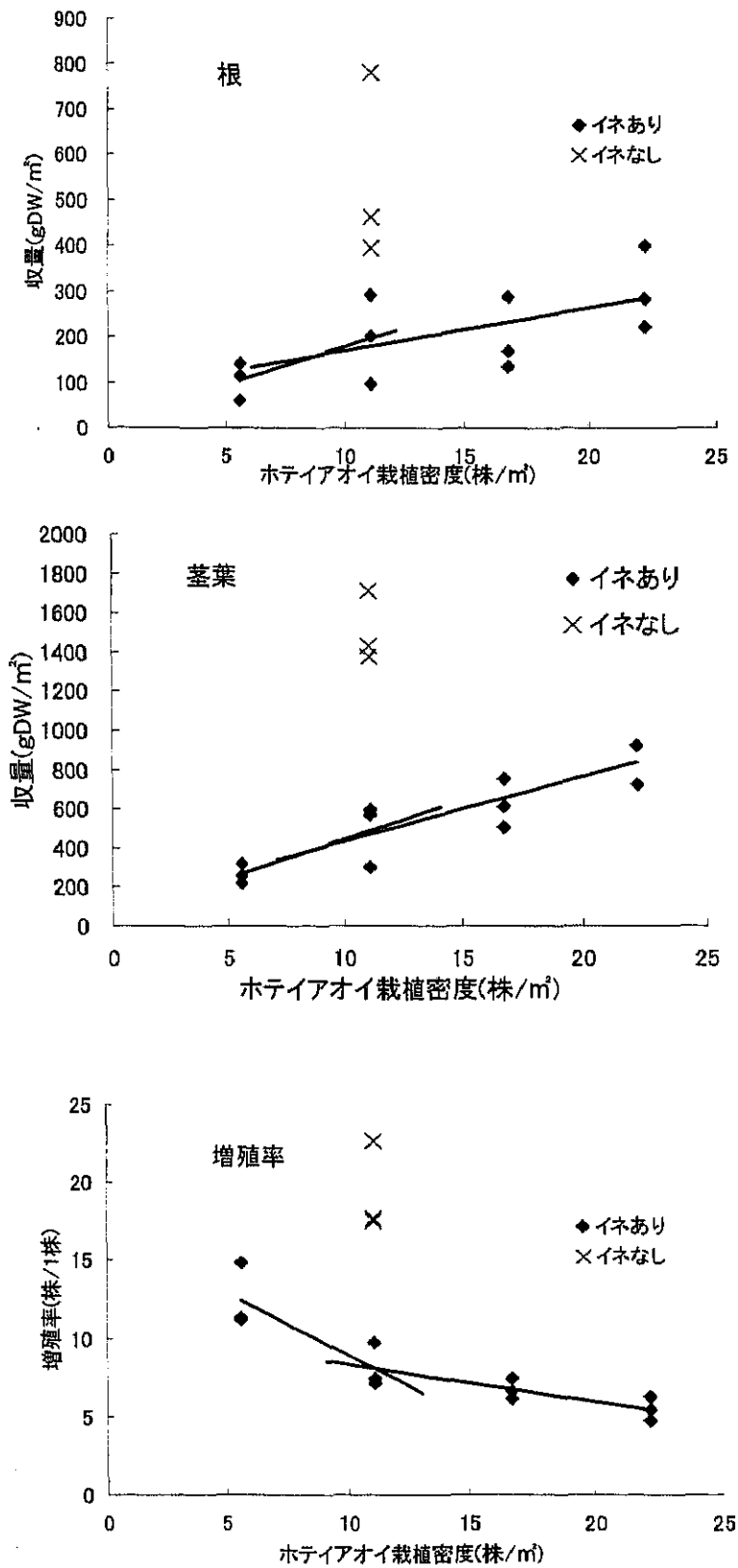


図9 栽植密度がホテアオイの収量および増殖率に及ぼす影響

表3-1 ホテイアオイの栽植密度が雑草の乾物重に及ぼす影響

(mgDW/m<sup>2</sup>)

区	ヘラオモダカ	タイワンヤマイ	アセナ	アメリカアセナ	アブノメ	イヌホタルイ	ヒメソコハギ	ウキクサ	アオウキクサ	セリ or アメリカセンダングサ	イネ科 or カヤツリグサ科	タイヌビエ	シズイ	ホタルイ	合計
0	352.9	86.9	311.1	3.2	64.6	101.3	43.2	33.5	10.1	-	-	-	2.2	11.1	1020.1
5.6	13.9	3.3	5.5	-	-	9.7	4.1	-	-	41.1	2.6	-	-	-	80.1
11.1	-	2.1	1.3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3.4
16.7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10.8	-	-	10.8
22.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11.1x	1.9	1.4	5.8	17.5	-	-	-	-	-	-	-	-	29.3	-	55.9

表3-2 ホテイアオイの栽植密度が雑草の発生本数に及ぼす影響

(mgDW/m<sup>2</sup>)

区	ヘラオモダカ	タイワンヤマイ	アセナ	アメリカアセナ	アブノメ	イヌホタルイ	ヒメソコハギ	ウキクサ	アオウキクサ	セリ or アメリカセンダングサ	イネ科 or カヤツリグサ科	タイヌビエ	シズイ	ホタルイ	合計
0	10.7	6.3	82.3	0.3	21.0	2.3	6.3	1.0	(*)	-	-	-	0.3	1.3	132.0
5.6	0.3	1.7	4.7	-	-	1.0	1.3	-	-	0.3	0.3	-	-	-	9.7
11.1	-	0.3	2.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.3
16.7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.3	-	-	0.3
22.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11.1x	0.3	0.3	1.0	0.7	-	-	-	-	-	-	-	-	0.7	-	3.0

注)\*:アオウキクサについては個体数を計測できなかったため乾物重でのみ表した。

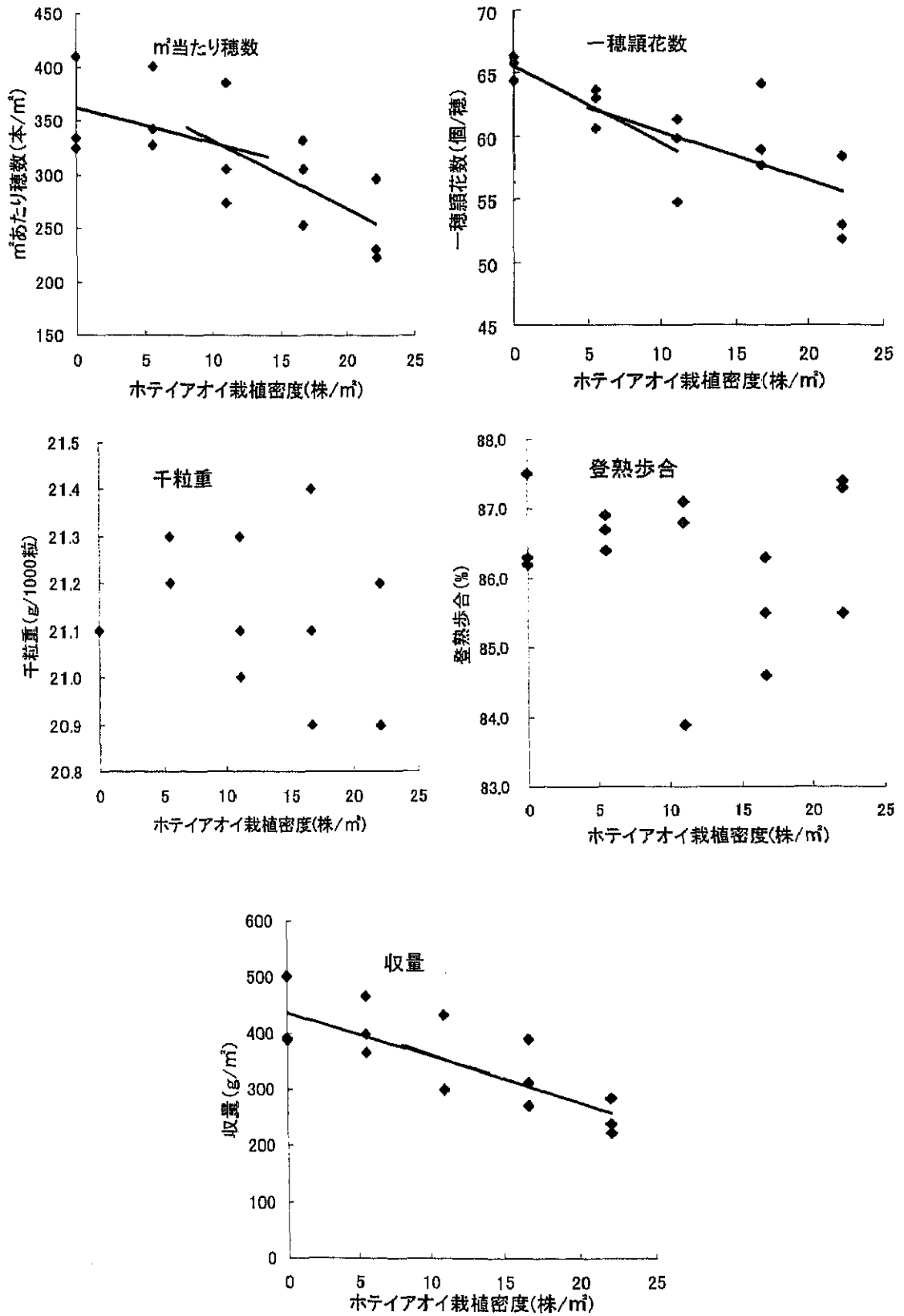


図 10 ホテアオイの栽植密度がイネの収量構成要素に及ぼす影響

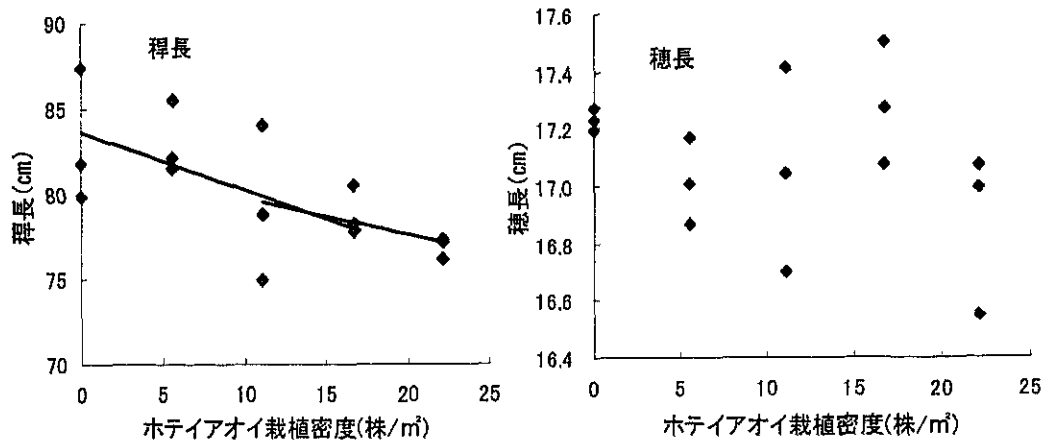


図 11 ホテアオイの栽植密度がイネの稈長および穂長に及ぼす影響

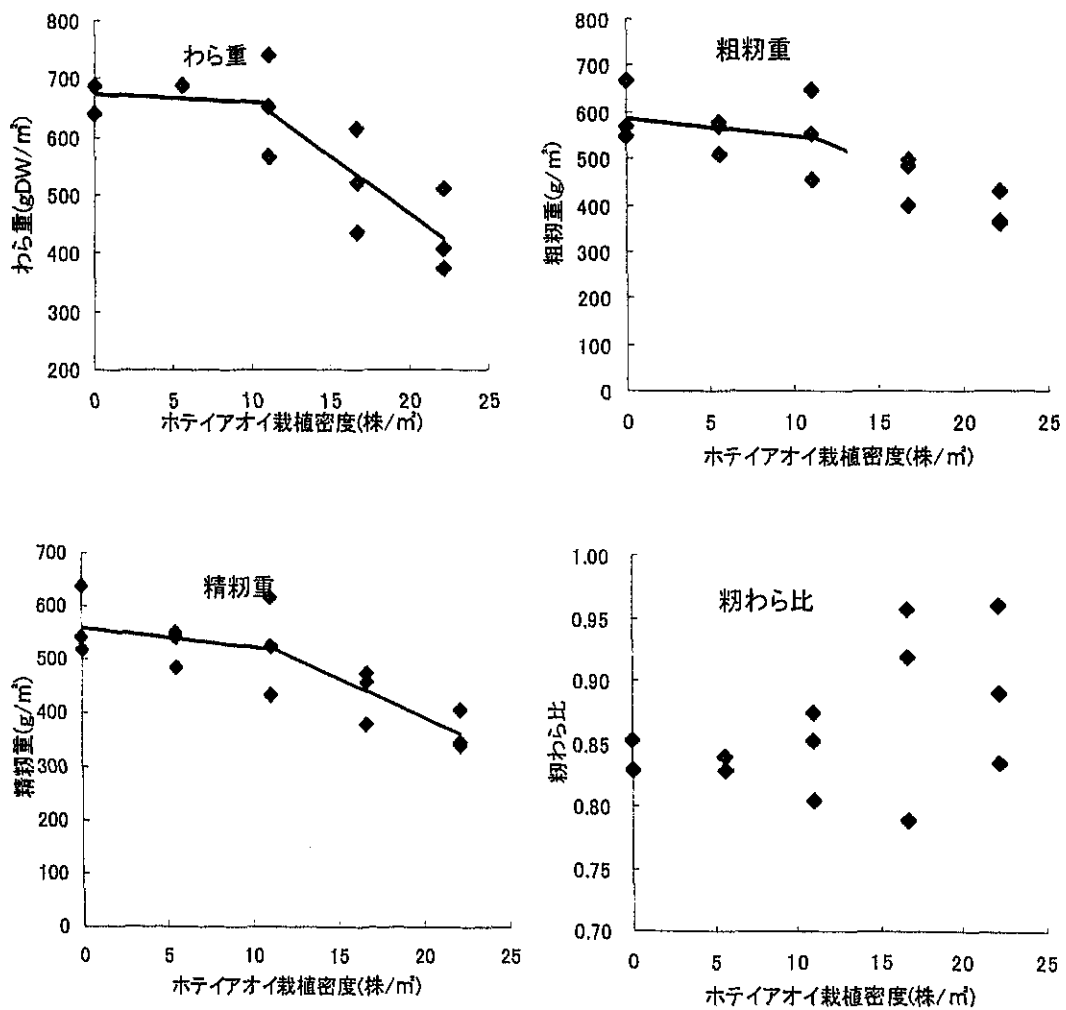


図 12 ホテアオイの栽植密度がイネの収量および粒わら比に及ぼす影響

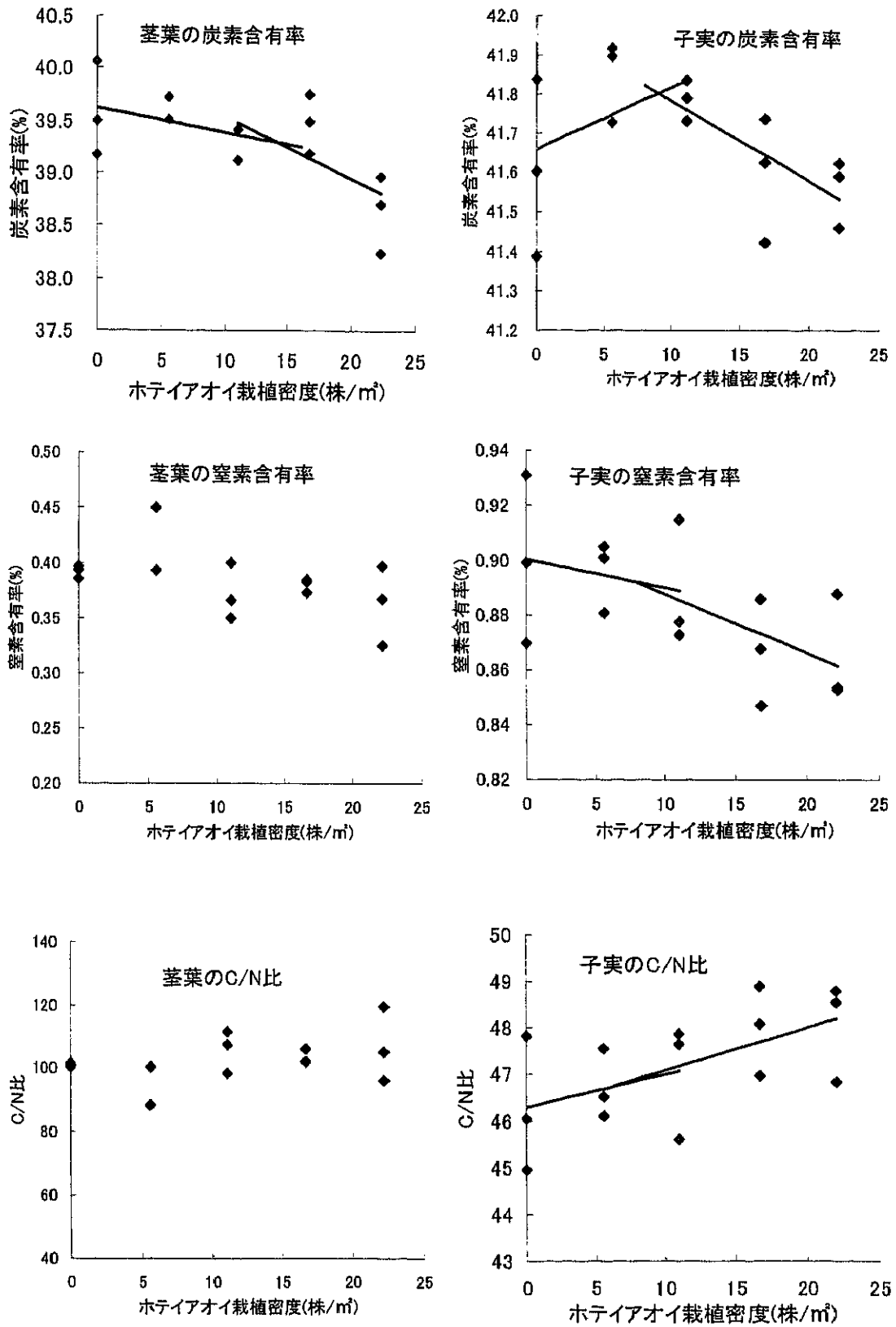


図 13 ホテアオイの栽植密度がイネの炭素、窒素含有率に及ぼす影響



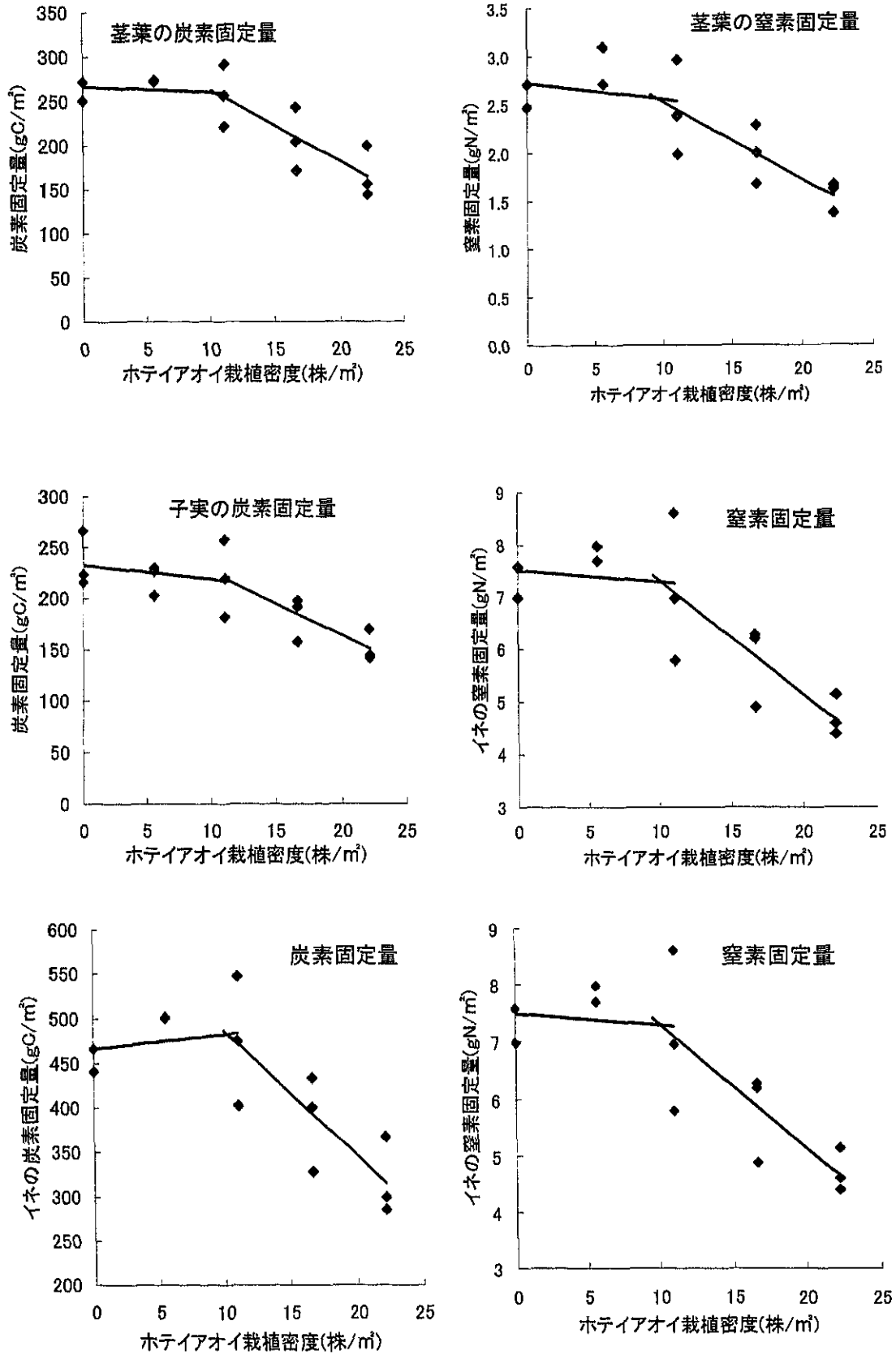


図 14 ホテアオイの栽植密度がイネの炭素、窒素固定量に及ぼす影響

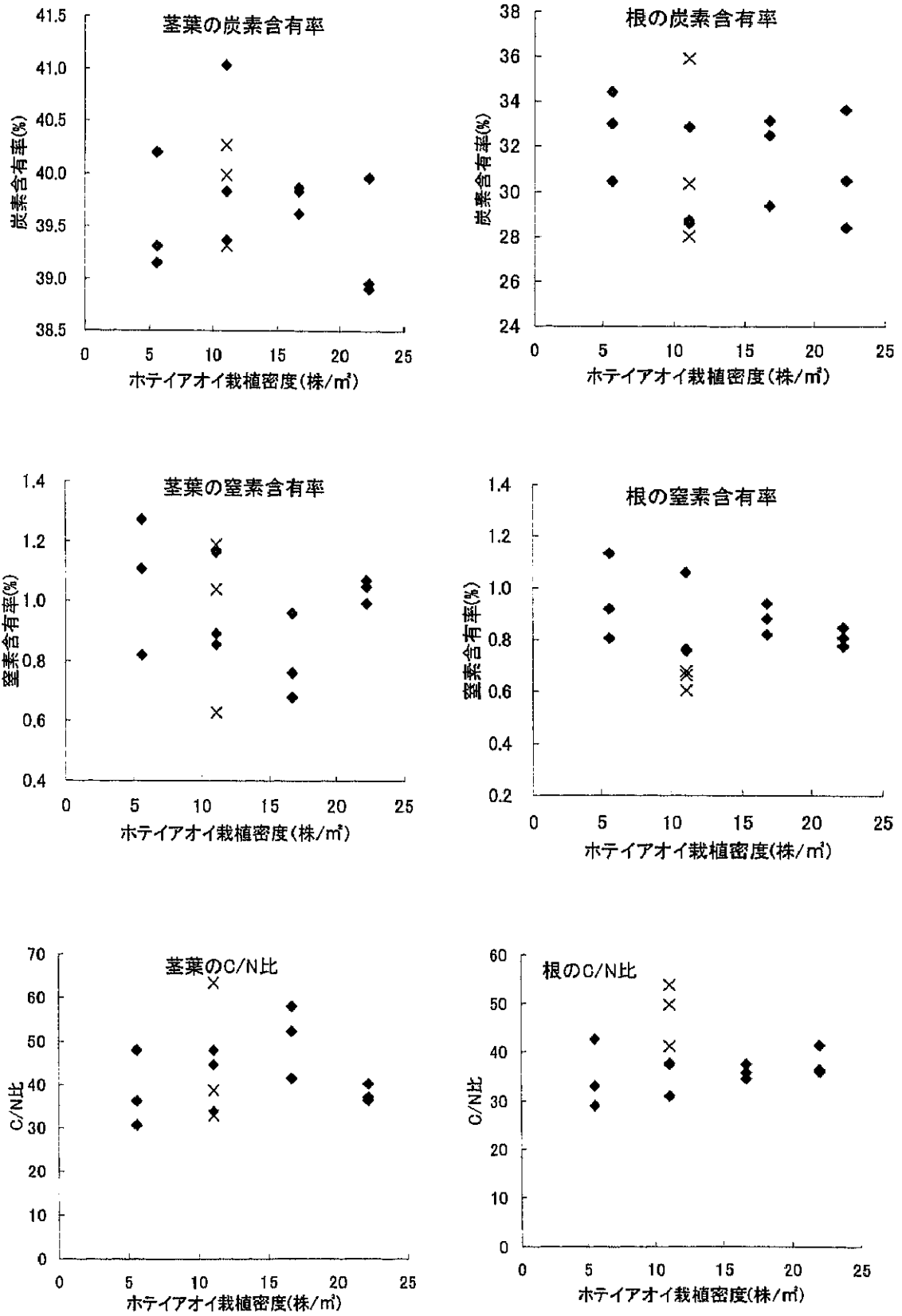


図 15 栽植密度がホテアオイの炭素、窒素含有率に及ぼす影響

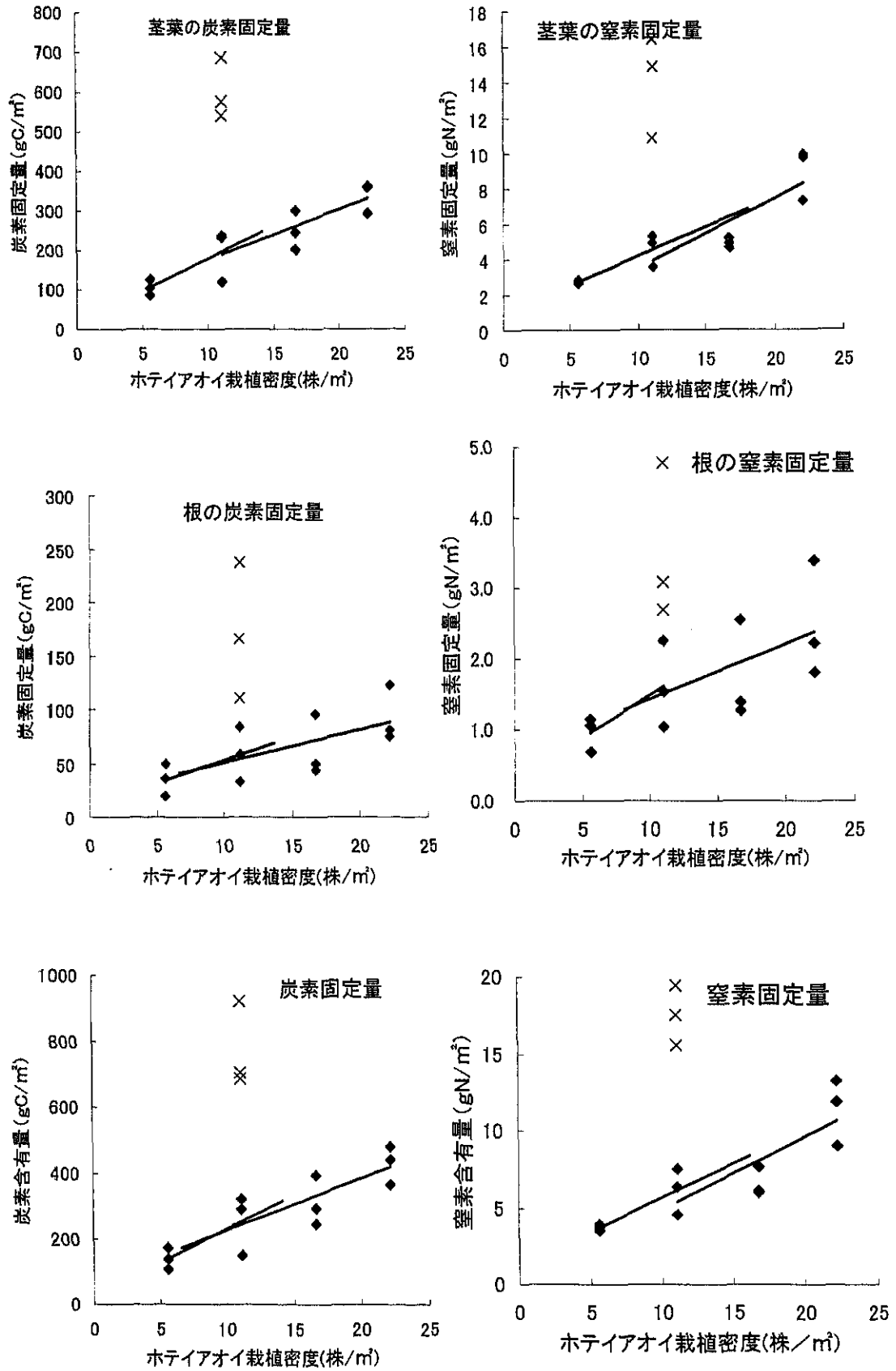


図 16 栽植密度がホテアオイの炭素、窒素固定量に及ぼす影響

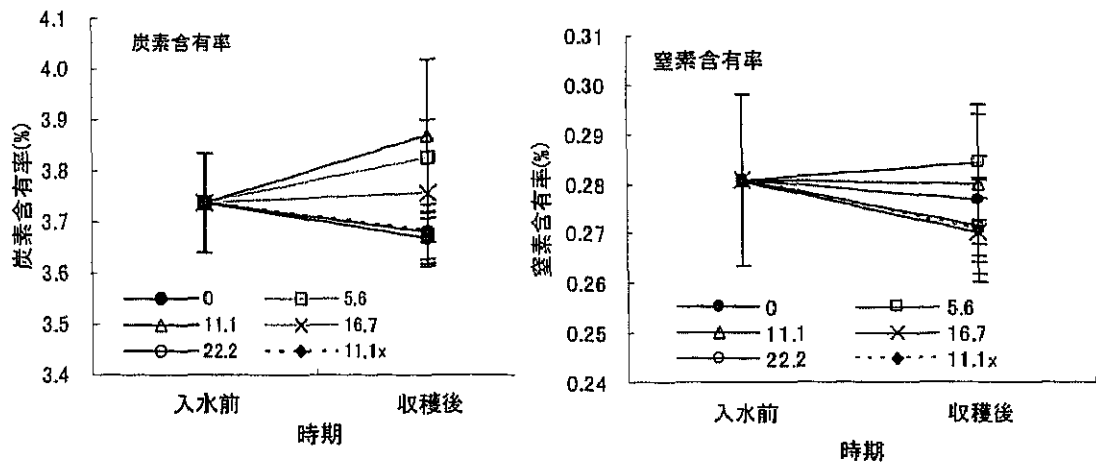


図 17 ホテイアオイの栽植密度が土壌の炭素および窒素含有率に及ぼす影響

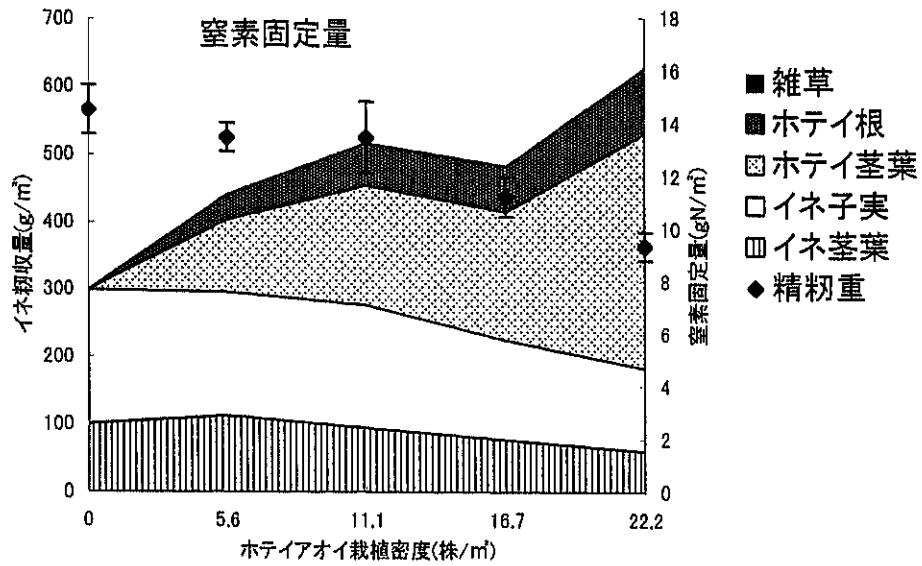
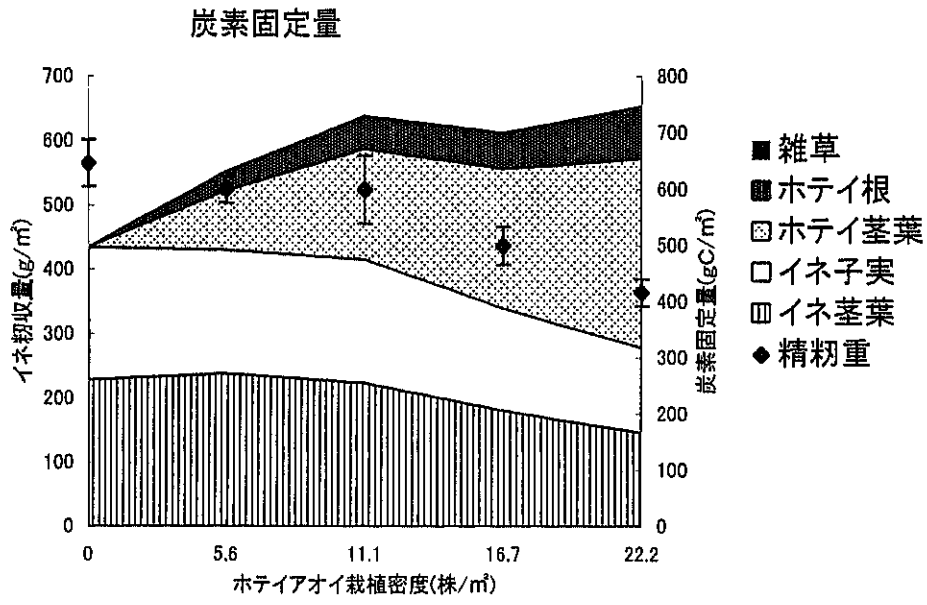


図 18 ホテアオイの栽植密度が共存生態系の炭素・窒素固定量および  
 籾収量に及ぼす影響。

注) 雑草は微量であったため図中には示されていない。

#### 4. 総合考察

ホテイアオイの栽植密度の増加により、イネの吸光係数は高くなり、イネとホテイアオイとの間に光競合が起きたと考えられた。また、ホテイアオイの栽植密度の高い処理区では、ホテイアオイは光を求めて伸長生長を促進させるため、吸光係数は一層高くなり、イネ個体群内部に到達する光の量が減少し、イネ下部の葉身による光合成活性が低下して、その結果イネの生育量が減少したと考えられた。

一方、イネとホテイアオイとの共存によって両者に養分競合が起きたと考えられた。そのためホテイアオイの生長量が増加する中で、イネの吸収可能な窒素量は減少し、さらに葉緑体中の窒素量が減少することによって、イネの光合成活性は抑制され、光合成産物が減少してイネ生育量が減少し、そのことが LAI の減少につながり、これが更に光合成量を減少させるという負のフィードバックが発生したと考えられた。

同時に、イネでは窒素量や光合成産物の転流量が減少したため、 $m^2$ あたり穂数や一穂穎花数の減少によって籾収量の減少に至ったと考えられた。登熟歩合や千粒重に差がみられなかった原因としては、移植後 9 週目(7 月下旬)付近における群落相対照度の影響が考えられた。

また、ホテイアオイの収量が増加したことによってホテイアオイの炭素固定量は増加したが、一方で、イネの生育量が減少したことで籾や茎葉の収量は減少し、イネの炭素固定量は減少した。しかし、ホテイアオイの炭素固定量の増加分はイネの減少分を十分に補ったため、共存生態系全体としての炭素固定量は増加した。

さらに、籾収量、炭素固定量などの共存生態系の応答については、ホテイアオイの栽植密度  $11.1$  株/ $m^2$ を境に変化したことから、本実験の条件下における最適密度はこの近辺にあるものと考えられた。