

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 6 月 5 日現在

機関番号：11101

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2012～2013

課題番号：24658014

研究課題名(和文)長期無施肥条件下で生成する水田土壌の自律的養分供給システム

研究課題名(英文)Self-sustaining nitrogen supply system in long-term unfertilized paddy-field

研究代表者

杉山 修一(Sugiyama, Shuichi)

弘前大学・農学生命科学部・教授

研究者番号：00154500

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,100,000円、(間接経費) 930,000円

研究成果の概要(和文)：作物栽培において、肥料が必要であることは常識であるが、日本には長期間無施肥でイネの高収量を達成している農家がある。本研究は、長期間無肥料でも持続的に高収量を達成するメカニズムを水田の窒素収支から解明するために行った。東北地方の収量差の大きな無肥料栽培水田6カ所で、稲の生育と水田の土壌と作物の窒素収支を調査した。高収量水田は、低収量水田に比べワラの分解能力が高く、土壌の無機窒素供給力が高く、そのことが栄養成長期に分げつ活性を活発にし、穂数を確保できていたが、低収量水田は無機化窒素の供給力が低く稲の生育が遅れ雑草との競争のため穂数が低くなることで収量の主要な制限要因となっていた。

研究成果の概要(英文)：Fertilization including both chemical and organic forms is essential for sustainable crop production. However, several paddy field farmers in Japan successfully attain high yield without any fertilization for more than 30 years. To clarify this mechanism, six paddy rice fields in Tohoku region were compared in terms of nitrogen balance. Tillering activity during vegetative growth stage was a key component in regulating rice field. High-yield paddy fields had higher ability to supply mineralized nitrogen resulting from high soil decomposing activity than low-yield fields.

研究分野：農学

科研費の分科・細目：作物学・雑草学

キーワード：イネ 有機栽培 施肥 窒素収支 収量

1. 研究開始当初の背景

(1)作物栽培において、収量を確保するために施肥は必要であることは常識である。毎年、収穫物に含まれる栄養塩は圃場の外に持ち出されるために、少なくとも、毎年持ち去られた栄養素を畑に還元しないと、継続的な作物生産が成立しないのは、自明である。しかし、最近、日本では無肥料・無農薬での作物栽培する農家が増えており、中には慣行栽培に匹敵する収量をあげている農家もある。この作物栽培の常識を打ち破る現実を知り、なぜ、長期間無肥料でも持続的に高収量が達成できるかを、科学的に解明したいと考えたのが、この研究を始めたきっかけである。

(2)イネは特に無肥料での栽培が比較的に広がっている作物である。予備的な調査により、宮城県には30年間無肥料・無農薬で10アール当たり470kgの収量を達成している農家があることが分かった。しかし、同時に、収量が200kg程度と著しい低い稲作農家もあり、無肥料栽培水稲農家間の収量差は著しく広い。そこで、無肥料で長期間イネを栽培している稲作農家の水田を比較することで、無肥料栽培でも慣行栽培並に収量が達成できるメカニズムが解明できるかもしれないと考えた。

2. 研究の目的

(1)窒素は、作物の生育を左右する最も重要な栄養塩である。水田においてイネが利用できる窒素は(1)施肥窒素、(2)前年のワラや土壌中の有機物から無機化された窒素、(3)生物窒素固定、(4)灌漑水を通じ無機窒素の流入の4経路が考えられる。これらの窒素は、(1)イネによる吸収、(2)雑草による吸収、(3)水田からの灌漑水による流失、により失われる。これら窒素収支に関わる要因を収量水準の異なる無肥料水田間で比較することで、イネの収量差が起こる原因を解明できるはずである。

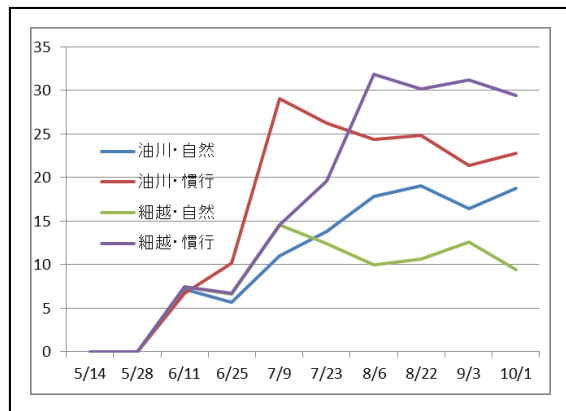
(2)無肥料水田では、慣行栽培で大きな要因となっている施肥窒素がないため、必然的に、有機物の無機化、窒素固定、灌漑水としての流入が窒素源となる。また、窒素以外にリン酸やカリウムなどがイネの生育を制限しているかもしれない、これら元素についても収支を解析する必要がある。そこで、本研究では、特に2倍の収量差を引き起こす最も可能性高い要因として、特に有機物の無機化に焦点を当て、研究を行った。

3. 研究の方法

(1)2012年には、青森県の収量の差がある無肥料栽培水田2カ所(油川：高、細越：低)とその近くの慣行栽培水田4カ所を調査した。2013年には、調査地を東北地域に広げ、無肥料栽培水田として、青森県4水田、岩手県1水田、宮城県1水田と慣行栽培1水田(青森県)の計7水田を調査した。これら無肥料栽培水田間には、10アール当たり200kgから470kgまでの著しい収量差がある。

(2)両年とも水田土壌における窒素、リン酸、カリウムの含有量を定期的に調査し、同時にイネの生育調査を行った。2012年には、田植え前と6月から8月まで2週間間隔で計8回の生育調査を行った。2013年には、分けつの発生が盛んな7月から出穂までの間2週間間隔で3回と収穫期に1回調査を行った。

(3)無機態窒素は、アンモニア態と硝酸態に分けて測定し、リン酸は比色法、K、Mg、Caの元素は原子吸光光度計で測定した。また、土壌微生物量を測定するためにクロロホルム薫蒸法で、微生物炭素と窒素量を測定した。



4. 研究成果

(1)2012年の調査の結果、無肥料水田間の収量差は、分けつ発生と関係する穂数と明確な関係を示した。収量が400kg近い水田では、田植え後の分けつ発生が慣行栽培より遅くなるものの、分けつは増え続けたが、収量が200kg程度の低収量水田では、分けつの発生は著しく抑えられたことによる穂数の低下が収量減の原因であった。

図1.分けつ数の推移

(2)低収量水田にはコナギなどの水田雑草が多くは生えたが、高収量水田には雑草が見られなかった。したがって、低収量水田での分けつ発生の抑制は雑草との養分吸収に対す

る競争が原因と考えられた。

(3)2013 年はワラ分解、窒素の無機化力と分げつ発生との関係に焦点をあてた。その結果、最も多収な無肥料水田 (Ku) は田植え後に無機窒素が大きく増加し、8 月以降も慣行栽培区より高い無機窒素量を維持していた。このことは、この水田では、前年のワラを含む有機物の分解が速く、その結果無機化される窒素が多くなることが分かった。

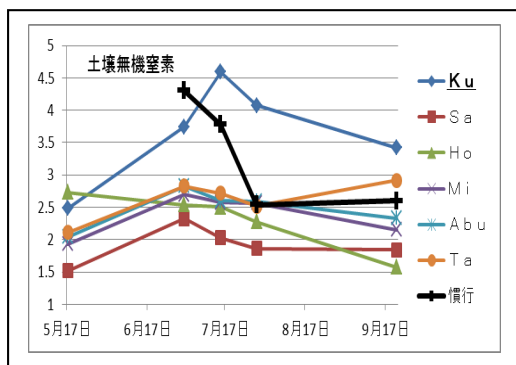
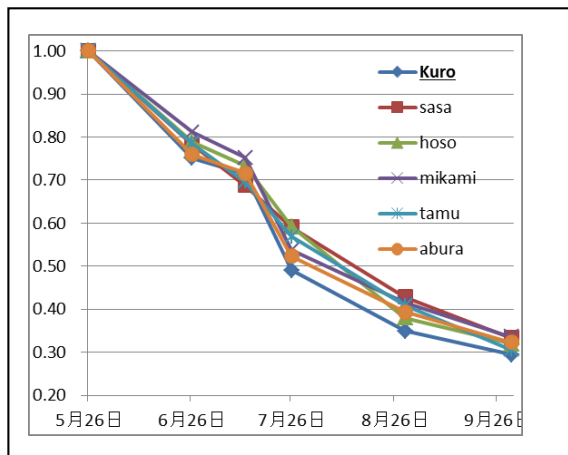


図2 水田土壌の無機態窒素含有量の推移

(4)各水田土壌をポットに入れ、前年ワラを入れたリターバッグを作り、分解試験を行ったところ、宮城県の高収量農家(Kuro)の水田土壌は他の水田土壌よりワラ分解速度が有意に速く、出穂の始まる7月末には、ワラの半分が分解された、これらの結果は、この水田土壌の高い有機物分解と窒素無機化能力が高収量と関係していることを示している。クロロホルム薫蒸法で調べた土壌微生物バイオマスはこの水田では必ずしも高くはなかったため、微生物の量が分解速度と関係し



ているわけではないことが分かった。

図3. リターバッグ試験によるワラ分解

(5)以上の結果をまとめると、(1)長期間無肥料であっても、10 アール当たり持続的に500kg 程度の高収量を維持できること、(2) そのためには、無機窒素の供給力を高め、栄養成長期の分げつ活性を高めること、(3)高い無機窒素供給力は、前年投入されたワラを迅速に分解する能力が関わっていること、が明らかとなった。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

〔雑誌論文〕(計 0 件)

〔学会発表〕(計 0 件)

〔図書〕(計 1 件)

杉山修一 幻冬舎 すごい畑のすごい土, 2013, 189

〔産業財産権〕

出願状況(計 0 件)

名称:

発明者:

権利者:

種類:

番号:

出願年月日:

国内外の別:

取得状況(計 0 件)

名称:

発明者:

権利者:

種類:

番号:

取得年月日:

国内外の別:

〔その他〕

ホームページ等

<http://nature.cc.hirosaki-u.ac.jp/lab/3/ecology/>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

杉山修一 (SUGIYAMA, shuichi)
弘前大学・農学生命科学部・教授
研究者番号 : 00154500

(2) 研究分担者

()

研究者番号 :

(3) 連携研究者

()

研究者番号 :