岐阜大学機関リポジトリ
Gifu University Institutional Repository

The Usefulness of Powdered Rice Chaff as a Silicon Source in Rice Cultivation, and the Relation between Silicon and Nitrogen in the Plant

メタデータ	言語: English
	出版者:
	公開日: 2008-02-04
	キーワード (Ja):
	キーワード (En):
	作成者: Khandaker Akbar Hossain
	メールアドレス:
	所属:
URL	http://hdl.handle.net/20.500.12099/2494

〔24〕

氏　名（国籍）	Khandaker Akbar Hossain　（バングラデシュ人民共和国）
学位の種類	博士（農学）
学位記番号	農博甲第153号
学位授与年月日	平成11年3月15日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当
研究科及び専攻	連合農学研究科 生物環境科学専攻
研究指導を受けた大学	岐阜大学
学位論文題目	The Usefulness of Powdered Rice Chaff as a Silicon Source in Rice Cultivation, and the Relation between Silicon and Nitrogen in the Plant
審査委員	主査　岐阜大学教授　堀内孝次 副査　静岡大学教授　澤田　均 副査　岐阜大学教授　松井鑄一郎 副査　岐阜大学助教授　宮川修一 副査　信州大学助教授　井上直人

論文の内容の要旨

本研究は水稲の生育に及ぼすSi(ケイ素)供給源としての粉砕籾殻(Cp)の施用効果の評価を異なる土壌条件下（施用肥料の多少、微生物資材の有無、土壌pHの違い、砂壌土と埴壌土での比較）で行うとともに、同時に、Si効果の発現に影響するとされているN（窒素：土壌中および植物体中）との関係を明確化することを目的としている。本研究で得られた結果は以下の通りであった。

稲籾殻中のSiを利用するに当たって、比較的岐阜地域で多く用いられている数品種の籾殻中のSi含量を分析したところ、5.3%～6.1%で、この測定結果に基づき、以降の全ての実験では籾殻用品種としてコシヒカリ（Si:6.1%）を供試した。さらにSiと同様にN供給源としての籾殻中のN含量を調べるとともに、粉砕籾殻(Cp)を土壌に施用した場合、どの程度のNが稲に吸収されるかを、安定同位元素^{15}Nで標識された籾殻を用いて調査したところ、Cp施用によって水稲ハツシモの収量は26%（微生物資材施用）～18%（微生物資材無施用）増加した。またCpと稲わら由来のN利用率は微生物資材併用により、それぞれ17.2%と22.2%となり、微生物資材無施用の場合(9.7%と16.3%)より明らかに向上した。Cpは稲わらよりやや低い値であったが、Cpも稲わら同様にN供給源となることがわかった。

次いで水稲の耐倒伏性と収量性に及ぼすCpの施用効果を通常形態の籾殻（Ch)と比較して異なる肥料条件下（多肥と少肥）で検討したところ、収量は両者間で有意差はみられな

かったが、収穫時の稲体内Si含量はCpの方がChより有意に高かった。このためCpを施用すると耐倒伏性がChや無施用に比べて明らかに高まった。他方、施肥量の多少との関係でみると体内Si含量と収量およびN含量と収量の相関は、微生物資材併用の有無あるいは土壌への施肥量の多少に関係なく、前者で正相関がみられた。しかし、N含量と収量の間では少肥条件下で正相関を示したものの、多肥条件下では負の相関となった。この点は多肥栽培した場合は、Si、Nとも体内吸収量が増えるに従い、収量性にはSiがプラスに働くのに対し、Nはマイナスに働くことを示唆している。

さらに多肥条件に加えて遮光処理（50%）をした場合の稲の耐倒伏性と収量性に及ぼすCp施用効果についても検討したところ、茎基部間の曲げモーメントが向上し、耐倒伏性が増大し、同時に体内Si含量も高まった。しかし、多肥条件下ではN含量は高まるがSi含量はむしろ低下した。さらに稲のSiとN吸収の及ぼす土壌pHの影響を明らかにするため、Cpを異なる土壌pH条件下に施用し、その場合の稲の生育とSi及びNの吸収について検討したところ、Cpと対照のSi-Ca(calcium silicate)施用における最高分げつ期の体内Si含量はpH5.5～6.5で高かったのに対し、N含量はpH6.5～7.5で高くなった。収量および収量構成要素はCp施用のpH7.5で他区よりも有意に高く、pH5.5で低かった。特に後者のC/N比は18.4～21.6と前者の12.6 ～13.4に対してやや高く、分解進行が遅い傾向にあった。

また、土壌の種類の違いによるCp施用効果を検討した結果は、CpとChの施用により、体内Si含量は土壌の種類に関係なく増加したが、N含量は埴壌土で低下したのに対し、砂壌土では低下しなかった。また、微生物資材とCpあるいはChとの併用はともに稲体内Si含量を高める結果となった。収量的にはCp、Chいずれの施用によっても土壌の違いに関係なく、無機肥料のSi-Caと同様の増収効果が得られた。特に微生物資材とCpを併用した場合が最も高収量であった。さらに施用Cp量の違いによる水稲の収量への影響は微生物資材との併用では、Cp施用量の多い 9t/haで3t/haより明らかに増収効果が大きかった。

以上の結果より、籾殻を粉砕して施用することで水稲のSi吸収が促進され、耐倒伏性の増強ならびに増収の効果が認められた。また、この効果は微生物資材との併用によりさらに高まった。これにより、籾殻を砕粉利用することで無機Si-Caと同様の肥料効果の得られることが明らかとなった。しかし、水稲の体内SiとN含量は多肥条件下では収量的に相反する逆の対応関係にあることから、今後、この点を配慮した施肥法の確立が必要である。

審 査 結 果 の 要 旨

ケイ酸植物の典型とされる稲は、一般的にSi（ケイ素）を多く吸収することから、これまでにSiの施肥効果に関する研究が広くなされている。そのSi資材としては、多くが無機肥料としてのケイ酸カルシウムである。これに対して Si を多く含む籾殻は、焼却ないし燃料等に用いられ、有機物材料として水田に還元される場合はまれである。この理由は籾殻自体 Si を多く含有するため籾殻組織が土壌中で分解され難いことにある。しかしながら、粉砕機で籾殻を細かく砕粉することで、逆に無機肥料に代わる Si 供給源としての施用効果が得られれば、無機肥料よりも低コストとな

り、さらにN等の他の養分供給も期待できる。また、現在、取扱いに苦慮している籾殻処理の点からみてもこの方式は、土壌還元による物質循環にもつながり、その意義は大きい。

本研究は水稲の生育に及ぼすSi供給源としての粉砕籾殻(Cp)の施用効果の評価を異なる土壌条件下（施用肥料の多少、微生物資材の有無、土壌pHの違い、砂壌土と埴壌土での比較）で行うとともに、同時に、Si効果の発現に影響するとされているNとの関係を明確化するために行われたものである。

実験1と実験2では、供試材料としての籾殻用品種の選定と籾殻中のSiとN含量の品種間差異を調べ、同時にNについては籾殻からの植物体への移行率を調べている。その結果、岐阜地域で比較的多く用いられている数品種の籾殻中のSi含量を分析したところ、5.3%～6.1%の含量で、これ以降の実験では籾殻用品種としてコシヒカリ（6.1%）を供試した。さらにSiと同様にN供給源としての籾殻中のN含量を知るとともに、粉砕籾殻(Cp)を土壌に施用した場合、どの程度のNが稲に吸収されるかを、安定同位元素^{15}Nで標識された稲体を用いて調査したところ、Cpと稲わら由来のN利用率は微生物資材との併用により、それぞれ17.2 %と22.2 %となり、微生物資材無施用の場合の9.7 %と16.3 %より明らかに向上した。Cpは稲わらよりやや低い値であったが、Cpも稲 わら同様にN供給源となることがわかった。またCp施用によって水稲ハツシモの収量は26 %（微生物資材施用）～ 18 %（微生物資材無施用）増加した。

実験3と実験4では水稲の耐倒伏抵抗性と収量性に及ぼすCpの施用効果を通常形態の籾殻（Ch）と異なる肥料条件下（多肥と少肥）で比較している。収量は両者間で有意差はなかったものの、収穫時の稲体内Si含量はCpの方がChより有意に高かった。このためCpを施用すると耐倒伏性がChや無施用に比べて明らかに高まった。他方、施肥量の多少との関係でみると体内Si含量と収量およびN含量と収量の相関は、微生物資材併用の有無あるいは土壌への施肥量の多少に関係なく、前者で正相関がみられた。これに対し、N含量と収量の間では少肥条件下で正相関を示したものの、多肥条件下では負の相関となった。この点は多肥栽培した場合は、Si、Nとも体内吸収量が増えるに従い、収量性にはSiがプラスに働くのに対し、Nはマイナスに働くことを示唆している。さらに多肥条件に加えて遮光処理（50 %）をした場合の稲の耐倒伏性と収量性に及ぼすCp施用効果についても茎基部間の曲げモーメントが向上し、耐倒伏性が増大し、同時に体内Si含量も高まった。しかし、多肥件下ではN含量は高まるがSi含量はむしろ低下した。

実験5では稲のSiとN吸収の及ぼす土壌pHの影響を明らかにするため、異なる土壌pH条件下でCpを施用し、その場合の稲の生育とSi及びNの吸収について検討したところ、Cpと対照のSi-Ca(calcium silicate)施用で最高分げつ期に体内Si含量がpH6.5とpH5.5で高かったのに対し、N含量はpH6.5とpH7.5で高かった。収

量および収量構成要素は Cp 施用の pH7.5 で他区よりも有意に高く、pH5.5 で低かった。特に後者の C/N 比は 18.4 ～ 21.6 と前者の 12.6 ～ 13.4 に対してやや高く、分解進行が遅い傾向にあった。

実験６では、土壌の種類の違いによる Cp 施用効果を検討している。この場合、Cp と Ch の施用により、体内 Si 含量は土壌の種類に関係なく増加したが、N 含量は埴壌土で低下したのに対し、砂壌土では低下しなかった。また、微生物資材と Cp あるいは Ch との併用はともに稲体内 Si 含量を高める結果となった。収量的には Cp、Ch いずれの施用によっても土壌の違いに関係なく、無機肥料の Si-Ca と同様の増収効果が得られた。特に微生物資材と Cp を併用した場合が最も高収量であった。さらに Cp 施用量の違いによる水稲の収量への影響は微生物資材との併用では、Cp 施用量の多い 9t/ha で 3t/ha より明らかに増収効果が大きかった。

以上の一連の結果より、籾殻を粉砕して施用することで水稲の Si 吸収が促進され、耐倒伏性の増強ならびに増収の効果が認められた。また、この効果は微生物資材との併用によりさらに高まった。これにより、籾殻を砕粉利用することで無機 Si-Ca と同様の肥料効果の得られることが明らかとなった。しかし、水稲の体内 Si と N 含量は多肥条件下では収量的に相反する逆の対応関係にあることが明瞭で、今後、この点を配慮した施肥法の確立が必要であると結論づけている。

以上の得られた知見について、審査委員は全員一致で本論文が岐阜大学大学院連合農学研究科の学位論文として十分価値あるものと認めた。

基礎となる学術論文：

1. K.A.Hossain, T.Horiuchi and S.Miyagawa: Effect of Powdered Rice Chaff Application on Lodging Resistance, Si and N Contents and Yield Components of Rice（*Oryza sativa* L.）under Shaded Conditions. Acta Agronomica Hungarica vol.46 (3) 273-281, 1998.
2. Khandaker Akbar Hossain, T. Horiuchi and S. Miyagawa: Effect of a Bio-decomposer on Utilization by Rice（*Oryza sativa* L.）of ^{15}N Derived from Rice Chaff or Straw. Plant Production Science vol.2 (1) in press, 1999. （日本作物学会が刊行する英文学会誌）