

| | |
|---------------|---|
| | ジン シジュー |
| 氏 名 | 金 錫 九 |
| 本 籍（国籍） | 中国 |
| 学 位 の 種 類 | 博士（農学） |
| 学 位 記 番 号 | 連研第 646 号 |
| 学位授与年月日 | 平成 2 7 年 9 月 2 5 日 |
| 学位授与の要件 | 学位規則第 5 条第 1 項該当課程博士 |
| 研究科及び専攻 | 生物生産科学 動物生産学 |
| 学位論文題目 | 異なる栽培方法および調製方法のイネにおけるイオンバランス(DCAD)と飼料特性に関する研究 (Studies on DCAD and feed characteristics in rice of different cultivation method and preparation method) |
| 学位審査委員 | 主査 教 授 堀口 健一 副査 准教授 松山 裕城 副査 准教授 花田 正明 副査 客員教授 河本 英憲 |

論 文 の 内 容 の 要 旨

本研究では、乳牛の乳熱や肉牛の尿石症を予防する効果があるとされる低 DCAD 値の自給粗飼料を生産する技術の開発を目的とし、栽培方法および収穫後の調製方法の違いがイネの DCAD 値および飼料特性に与える影響を検討するため、以下の一連の実験を実施した。

異なる肥料および施肥水準がイネの各熟期と部位別ならびにイネサイレージのミネラル含量と DCAD 値に及ぼす影響を検討した。イネの栽培は、基肥を同条件とし、追肥では硫安、塩安を施用する 2 つの処理を設け、追肥の施肥水準を窒素量で 6kg/10a と 9kg/10a として行った。イネは、葉身、葉鞘、茎、穂の各部位に分け、出穂期、乳熟期、糊熟期、黄熟期、完熟期のミネラル含量と DCAD 値を測定した。さらに、イネをサイレージ調製したときのミネラル含量と DCAD 値についても調査した。その結果、肥料では、硫安施用の DCAD 値が塩安施用より低く、施肥水準では、6kg/10a の DCAD 値が 9kg/10a より低かった。熟期では、登熟によって DCAD 値が低下し、黄熟期と完熟期で低い値を示し、部位別では、茎葉部の DCAD 値が穂部より高かった。サイレージ調製前後のイネのミネラル含量と DCAD 値は違いがみられなかった。これらのことから、低 DCAD 値のイネを生産するには、肥料として硫安が、追肥の施肥水準として 6kg/10a が、収穫熟期として黄熟期もしくは完熟期が、品種として穂重タイプが有効であることが確認された。

肥料、調製方法の違いが稲わらの DCAD 値と一般成分に及ぼす影響を検討した。基肥は同条件とし、追肥は硫安と塩安を施用した。稲わらの調製を水田放置（0 日、7 日、14 日、30 日、60 日）、くいがけ（30 日）、生わらサイレージ（30 日）とし、ミネラル含量と DCAD 値を測定した。さらに、降水量による稲わらのミネラル含量と DCAD 値の影響を降水実験により評価した。その結果、肥料では、硫安施用の DCAD 値が塩安施用より低く、調製方法では、水田放置、くいがけの各調製の K、Cl 含量と DCAD 値が減少傾向であり、水田放置、くいが

け、サイレージの各調製の NDF、CA 含量が増加した。降水実験では、K、Cl 含量と DCAD 値が降水量 100mm により大幅に低下した。これらの結果から、低 DCAD 値の稲わらを得るには、肥料としては硫酸施用、調製方法としては水田放置またはくいがけによる適度な被雨が有効であることが確認された。

稲わらの DCAD 値に関係する各種ミネラルのルーメン内における消失特性を検討するため、調製方法や部位が異なる稲わらを用いてルーメン内培養実験を実施し、稲わらの乾物消失率とミネラル消失率を調査した。調製方法は刈取り直後、水田放置、生わらサイレージおよびくいがけとし、部位は葉身、葉鞘、茎に分けて、それぞれの乾物消失率とミネラル消失率を測定した。その結果、稲わらの乾物消失率は、調製方法において、刈取り直後が最も高く、くいがけ、サイレージ、水田放置の各調製が低く、部位別において、茎、葉身、葉鞘の順に高かった。稲わらのミネラル消失率は、それぞれの調製方法とも、K、Cl がルーメン内で速やかにほとんどが消失し、S がルーメン内で 70%前後まで消失した。部位別では、各部位の K、Cl がルーメン内で速やかにほとんどが消失し、葉身の S が他の部位よりも低かった。これらの結果から、くいがけ、サイレージ、水田放置の調製方法により乾物消失率が低下すること、稲わらの茎部の乾物消失率が高いことが確認できた。また、稲わらの K と Cl は、ルーメン内で速やかにほとんどが消失され、消化・吸収後の生体内の酸-塩基に影響を及ぼす可能性があることが示唆された。

以上の結果より、低 DCAD 値のイネを生産するには、肥料として硫酸、追肥の施肥水準として 6kg/10a、収穫熟期として黄熟期もしくは完熟期、品種として穂重タイプが有効であること、低 DCAD 値の稲わらを生産するには、水田放置またはくいがけの調製方法による適度な被雨が有効であることが示された。栽培や調製の方法により、乳牛の乳熱や肉牛の尿石症の予防に効果があるとされる DCAD 値の低い自給粗飼料を生産することが可能であることが示唆された。

論文審査の結果の要旨

本論文は、飼料中の陽イオンと陰イオンの電位差として示されるイオンバランス (DCAD、Dietary Cation-Anion Difference) の低い飼料用イネを生産するための技術開発を目的とし、異なる栽培方法および調製方法でのイネにおけるミネラル含量と DCAD 値について、さらに、その飼料特性について検討したものである。

第 1 章では、異なる肥料および施肥水準がイネの熟期別、部位別およびサイレージ調製後のミネラル含量と DCAD 値に及ぼす影響について検討した。その結果、肥料では、硫酸施用の DCAD 値が塩安施用に比べて低かった。施肥水準では、6kg/10a の DCAD 値が 9kg/10a より低かった。熟期では、登熟によって DCAD 値が低下し、黄熟期と完熟期で低い値を示した。部位別では、茎葉の DCAD 値が穂より高かった。サイレージ調製前後のイネのミネラル含量と DCAD 値は違いがなかった。これらの結果から、イネの DCAD 値を低くするには、肥料として硫酸を施用すること、追肥の施肥水準を窒素量で 6kg/10a として栽培を行うこと、収穫熟期を黄熟期もしくは完熟期とすることが有効であることが確認された。

第 2 章では、異なる肥料および調製方法が稲わらの DCAD 値と一般成分に及ぼす影響について検討した。その結果、肥料では、硫酸施用の DCAD 値が塩安施用に比較して低くなった。

調製方法では、水田放置、くいがけの K、Cl 含量と DCAD 値が減少傾向であった。稲わらの NDF、CA 含量は水田放置、くいがけ、サイレージで増加した。また、降水実験において、K、Cl 含量と DCAD 値は降水量 100mm を上回ることにより大幅に低下した。これらの結果から、低 DCAD 値の稲わらを得るには、肥料としては硫安施用が有効であり、調製方法としては水田放置またはくいがけが効果的であることが確認された。また、被雨が稲わらの K を溶脱して DCAD 値を低下させることが示された。

第 3 章では、稲わらにおける各種ミネラルのルーメン内の消失特性を検討するため、ルーメン内培養実験を実施し、稲わらの調製方法および部位の違いが乾物消失率とミネラル消失率に及ぼす影響を調査した。その結果、稲わらの乾物消失率において、調製方法では、刈り取り直後が最も高く、くいがけ、サイレージ、水田放置の各調製が低く、部位別では、茎、葉身、葉鞘の順に高かった。稲わらのミネラル消失率は、それぞれの調製方法とも、K、Cl がルーメン内で速やかにほとんどが消失し、S がルーメン内で 70% 前後まで消失し、部位別では、各部位の K、Cl がルーメン内で速やかにほとんどが消失した。これらの結果から、乾物消化率は、調製方法では刈り取り直後が、部位では茎が高いことが確認された。また、稲わらの K と Cl は、ルーメン内で速やかにほとんどが消失され、消化・吸収後の生体内の酸・塩基平衡に影響を及ぼす可能性があることが示唆された。

以上のことから、本論文ではイネの栽培条件による植物体内におけるイオン動態、稲わらの調製・加工法によるイオンバランス変動とルーメン内ミネラル消失特性のデータを集積し、意義ある成果が得られた。これらの成果は、DCAD 値の低い飼料用イネの生産と利用に関する新しい知見として評価できる。

よって、本学位審査委員会は、「岩手大学大学院連合農学研究科博士学位論文審査基準」に則り審査した結果、本論文を博士（農学）の学位論文として十分価値あるものと認めた。

学位論文の基礎となる学術論文

金 錫九・吉田宣夫・松山裕城・堀口健一（2015）

肥料および調製方法の違いが稲わらのミネラル含量と DCAD 値に及ぼす影響

日本草地学会誌 61(3) : 151-157