

ケイ素が暖地型飼料作物のセルラーゼによる細胞壁消化に及ぼす影響

誌名	日本草地学会誌
ISSN	04475933
巻/号	324
掲載ページ	p. 417-418
発行年月	1987年1月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター
Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council
Secretariat



ケイ素が暖地型飼料作物のセルラーゼによる 細胞壁消化に及ぼす影響

正岡 淑 邦・高野 信 雄

Effects on Silicon in Warm-season Forage Crops on the
Cell Wall Digestion by Cellulase

Yoshikuni MASAOKA and Nobuo TAKANO

諸 言

ケイ素を植物栄養学的視点から扱った研究は多く^{8,9,10,12)}、農学的に必須な元素として知られている。主として蒸散流によって体内を移動し、葉の表層部や細胞壁中に沈着する¹²⁾。飼料品質面では消化率に影響する一要因と考えられている。

しかし、圃場試料では採取時に土砂由来のケイ素の混入が避けられないため、その影響を把握することは容易でない。Van Soest ら¹¹⁾は水耕法でケイ素の欠徐栽培を行ない、イネ科草ではケイ酸に換算してその1%が乾物消化率を3%低下させるに相当すると報告した。一方、Minson ら⁶⁾は植物に吸収されないチタニウムを測定して圃場試料中の土砂混入の影響を補正したところ、ケイ素量と消化率の間に関連性がないのを認めた。このようにケイ素の消化に及ぼす影響はいまだに明らかにされていない。そのわけはケイ素が前述のように異物として試料に混入しやすく量的関係がつかみにくいこと、また土壌の種類や草種によっても植物体の含有率が異なり⁹⁾、植物体内での存在形態も様々であること⁵⁾などが考えられる。

本実験は暖地型飼料作物においてケイ素が消化にあたる影響の草種間差を検討した。

キーワード：ケイ素，細胞壁，消化率

材 料 と 方 法

ソルガム (*Sorghum bicolor* M., スダックス, スズホ), トウモロコシ (*Zea Maize* L., P-3715), グリーンパニック (*Panicum maximum* Jacq. var.

trichoglum Eyles, N-561), オオクサキビ (*Panicum dichotomiflorum* Michx., 香川系) の4草種5品種の幼植物を尾形らの方法⁷⁾を一部改良した基本培地の水耕液で1979年7月13日から2反復で栽培した。ケイ素は奥田らの方法⁸⁾でケイ酸ナトリウムから調製したケイ酸として添加し使用した。ケイ酸添加区は添加後の濃度が1 mM になるように加え、無添加区は基本培地のみとして栽培した。培地は試験開始後1週間毎に、また35日目からは植物体の生長が著しいため3日毎に新しいものに交換した。43日後に地上部を5 cmの高さで刈り取り70°Cで乾燥し収量調査後、粉碎し、*in vitro* 乾物消化率：*in vitro* Dry matter digestibility (IVDMD), 細胞壁構成成分：Cell wall constituents (CWC), *in vitro* CWC 消化率 (CWCD) を測定した。なお刈り取り時期はソルガム：止葉期，トウモロコシ：抽雄期，グリーンパニック：出穂期，オオクサキビ：茎葉繁茂期であった。繊維の分析はGeoring らの方法²⁾で、IVDMDは阿部らの方法¹⁾を用い中性デタージェント液とセルラーゼ(セルラーゼ オノヅカ P-1500. 近畿ヤクルト社製)液で分解した値から、またCWCDはCWCを1%のセルラーゼで、4時間分解させて求めた。ケイ素はモリブデンブルー比色法³⁾で測定した。

結 果 と 考 察

表1に供試作物の乾物重、CWCとその成分、IVDMDならびにCWCDを示した。ケイ酸添加が植物体の生育や体内成分の構成に有意な変化を与えたのはソルガム2品種であり、他の草種はほとんど影響を受けなかった。

ケイ酸添加はソルガム2品種の乾物重を増加させた。逆にグリーンパニックは無添加区で高収量を示したがこれは有意でなかった。他の草種では大差なかった。ソル

Table 1. Effects of silica application on the dry matter weight, CWC composition, IVDMD and CWCD of warm-season forage crops.

Attribute	Sorghum(Sud)		Sorghum(Suz)		Corn		Green panic		Fall panicum	
	+Si	-Si	+Si	-Si	+Si	-Si	+Si	-Si	+Si	-Si
DM of plant top (g/pot)	23.2	22.3	24.1	19.1	15.0	15.8	34.8	38.5	21.0	19.2
CWC (% DM)	57.9	54.8	56.8	53.7	58.4	57.2	68.2	67.8	51.7	50.5
Hemicellulose (% DM)	24.4	20.0	24.2	19.2	23.7	21.5	27.7	27.0	21.0	20.3
Cellulose (% DM)	30.8	33.3	30.5	33.0	31.3	33.2	37.6	38.3	27.1	28.3
Lignin (% DM)	1.5	1.8	1.8	1.8	2.5	2.6	2.6	2.8	2.0	3.4
Silicon (% DM)	2.79	0.03	2.64	0.09	2.55	0.06	1.45	0.11	0.78	0.02
IVDMD (%)	70.8	64.0	72.3	65.4	62.1	61.4	56.0	53.6	66.9	65.7
CWCD (%)	37.8	46.7	39.0	48.5	33.9	33.7	32.0	35.1	33.7	34.4

Notes ; 1) (Sud): Sudax, (Suz): Suzuho, DM: Dry matter.

2) Underlines denote statistical significance at probability 0.05.

3) CWC: Cell wall constituents, IVDMD: *in vitro* dry matter digestibility, CWCD: Cell wall constituents digestibility.

ガムの乾物増収はその後の再試験⁹でも確認された。ソルガムも水稻やトウモロコシ等で知られているように¹⁰ケイ素が生育を促進させる栄養生理学的意義をもつことが考えられる。一方、本実験でトウモロコシにケイ酸添加の効果が見られなかった原因は不明である。

ケイ酸添加は何れの草種に対しても CWC やヘミセルロースの含有率を高め、逆にセルロースを低下させる傾向を示した。特に消化率の低いソルガム 2 品種で著しかった。ただしリグニン含有率にはほとんど影響しなかった。ケイ酸添加がこれら細胞壁諸成分の構成比率を変化させたことからケイ素が構造化炭水化物の生成に関与するとも推察される。ただし本実験で示したヘミセルロースは CWC と ADF (Acid Detergent Fiber) の差から間接的に算出したものであるため、さらにより的確な定量法の下でこれらの検討が必要と思われる。

ケイ酸添加による IVDMD と CWCD の低下はソルガムでのみ認められた。特に CWCD の低下は大きく、無添加区に比べて 10% 近く低い。著者らはソルガムでヘミセルロースの増加により CWCD が低下することを認めている³⁾。本実験のケイ酸添加区でもヘミセルロースの増加が同様に CWCD 低下の一原因となったものと考えられる。ケイ酸を添加するとソルガムとトウモロコシのケイ素含有率が他の草種の 2~3 倍に増加した。これはソルガムのケイ素多量吸収作用によると思われる。しかしトウモロコシではケイ素含有率が高くても CWC 成分の増加や CWCD の低下が認められず、供試草中

ではソルガムに限られた現象であった。

以上から、ケイ素は特定の作物にとって CWCD を、さらには IVDMD を低下させる一要因になり得るが、殆ど影響されない草種もあるため、消化を抑制する主要因子とはみなせない。ソルガムでは構造化炭水化物等の生成とケイ素の関係について更に検討が、また供試草種数を広げてこの元素の特性を把握する必要がある。謝辞: 本論文の校閲を賜った草地試験場 吉山武敏 育種部長, 荒智 調製貯蔵研究室長に深謝します。

引用文献

- 1) 阿部 亮・堀井 聡 (1974) 日草誌 **20**, 16-21.
- 2) GEORING, H.K. and P.J. VAN SOEST (1970) Forage fiber analysis. USDA Agric. Handb. **379**.
- 3) 正岡淑邦・高野信雄 (1985) 日草誌 **31**, 117-122.
- 4) 正岡淑邦 (1979) 未発表.
- 5) MCMANUS, W.R., and R.G. ANTHONY, L.L. GROUT, A.S. MALIN and V.N.E. ROBINSON (1979) Aust. J. Agric. Res., **30**, 635-649.
- 6) MINSON, D.J. (1971) Aust. J. Agric. Res. **22**, 589-598.
- 7) 尾形昭逸・安藤忠男・正岡淑邦 (1979) 土肥誌 **50**, 200-204.
- 8) 奥田 東・高橋英一 (1961) 土肥誌 **31**, 475-480.
- 9) 高橋英一・三宅靖人 (1985) 土肥誌 **47**, 296-300.
- 10) 高橋英一 (1985) 農業および園芸 **60**, 830-833.
- 11) VAN SOEST, P.J. and L.H.P. JONES (1968) J. Dairy Sci. **51**, 1644-1648.
- 12) 吉田昌一 (1965) 農研報告 **B 15**, 1-58.

(昭和 61 年 3 月 10 日受理)