

暖地型マメ科牧草*Aeschynomene americana* cv.Glennの 細胞壁構成物質及び無機物含有率に及ぼす湛水処理の影 響

誌名	日本草地学会誌
ISSN	04475933
著者	飛佐, 学 下條, 雅敬 増田, 泰久
巻/号	43巻3号
掲載ページ	p. 298-305
発行年月	1997年10月

暖地型マメ科牧草 *Aeschynomene americana* cv. Glenn の 細胞壁構成物質及び無機物含有率に及ぼす湛水処理の影響

飛佐 学・下條雅敬・増田泰久・五斗一郎

九州大学農学部 (812-81 福岡市東区箱崎 6-10-1)

Faculty of Agriculture, Kyushu University, Hakozaki, Fukuoka, 812-81 Japan

受付日: 1997年1月6日/受理日: 1997年7月8日

Synopsis

Manabu TOBISA, Masataka SHIMOJO, Yasuhisa MASUDA and Ichiro GOTO (1997): Effects of Waterlogging Treatment on the Contents of Cell Wall Constituents and Minerals in *Aeschynomene americana* cv. Glenn. *Grassland Science* 43, 298-305.

This study was conducted to investigate the effects of waterlogging treatment on the contents of cell wall constituents and minerals in *Aeschynomene americana* cv. Glenn introduced recently from Australia.

Glenn was grown in pots and treated with four different durations of waterlogging, i.e., 0 (control), 10, 20 and 30 days from the 14th day after germination. At the end of respective periods of waterlogging, pots were drained and held on the same condition as control till the 40th day after the start of treatment. Mineral contents in the plant were measured on the 10, 20, 30 and 40th day after the start of waterlogging treatment. Cell wall constituents were determined on the 40th day.

Cellulose and lignin contents in the plant top with 30-day waterlogging were higher than those of control. In the root, hemicellulose and lignin contents were lower with longer period of waterlogging compared with those of control.

Calcium and magnesium contents decreased with waterlogging treatments, but their accumulation rates in the plant top during the period of 20-30th day of waterlogging were similar to those in control. Specific absorption rates (SAR) of calcium and magnesium in the plant from 20 to 30 days of waterlogging were higher than those in control.

Potassium, phosphate, manganese and iron contents were higher in waterlogging treatment than in control. In the root, iron and manganese were higher when exposed to longer period of waterlogging condition. Accumulation rate of iron in the top of the plant was higher in waterlogging treatments than in control treatment.

Key words: *Aeschynomene americana* cv. Glenn, Cell wall constituents, Mineral absorption, Mineral contents, Wet endurance.

緒 言

土壌の湛水は、雑草の抑制、連作障害の回避、リン酸などの土壌無機物の有効化などの点で作物栽培に有利に働く²⁹⁾。他方、湛水下の土壌中でおこる酸素濃度の減少、炭酸ガス濃度の増加、2価鉄濃度及びマンガン濃度の上昇、有機酸、エチレンの発生などの現象は畑作物の湿害を引き起こす^{21,22)}ものと考えられている。

生育する土壌が過湿状態になった畑作物においては、土壌中の酸素の欠乏が急激であれば根の壊死が起こり、欠乏が徐々に進行するときには根の木化が進行することが知られている³²⁾。木化が進行するとその部分では養分及び水分の吸収が抑制される。この様な過湿による無機養分の吸収阻害は植物が若いほど著しく¹⁸⁾、窒素、マグネシウム及びカルシウムについて特に顕著であることがこれまでに報告^{11,18)}されている。

前報²⁸⁾において、オーストラリアから導入した暖地型マメ科牧草 *Aeschynomene americana* cv. Glenn は 25°C 恒温条件下での長期間の湛水により土壌表面付近への根及び根粒の着生が促進されること、その結果窒素固定能も高く維持され、生育が促進されること、また排水により生育が著しく促進されることが明らかになった。しかしながら、湛水初期に生育の一時的抑制が認められ、湛水による初期の養分吸収の抑制が生じることも推察された。

そこで本報は、前報²⁸⁾で報告した実験で得られた試料を用い湛水処理が植物体各部位無機物含有量及び細胞壁物質含有率に及ぼす影響を検討し、Glenn の耐湿性と土壌養分の吸収に関する特性との関連を明らかにすることを目的とした。

材 料 と 方 法

供試草種、処理方法及び栽培方法については前報²⁸⁾で述べたが、概略以下のとおりである。

暖地型マメ科牧草 *Aeschynomene americana* cv. Glenn を昼夜 25°C の恒温条件下で 54 日間ポット栽培した。発芽後 14 日目から 10 日、20 日及び 30 日間湛水する湛水区 (10 日湛水区、20 日湛水区及び 30 日湛水区) と湛水を行わない対照区を設けた。それぞれの湛水処理区は湛水期間終了時に排水し、その後試験終了時まで対照区と同様の条件とした。肥料としては、基肥として過磷酸石灰及び塩化加里を P₂O₅ 及び

K₂Oとしてそれぞれポット当たり 0.123 g 施し、発芽後処理開始までの 14 日間は毎日窒素含有培養液（窒素濃度約 120 ppm）¹⁰⁾を 50 ml 施用し、また、処理開始後は 2 日おきに無窒素培養液¹⁰⁾を 50 ml 施用した。

処理開始 10 日目、20 日目、30 日目及び 40 日目に試料を採取し 60℃ 48 時間以上通風乾燥後、1 mm のふるいを通るようにつに粉碎したものについて無機成分及び細胞壁構成物質の分析を行った。

リンは湿式灰化¹⁾後バナドモリブデン酸比色法¹⁶⁾、カリウム、カルシウム、マグネシウム、鉄及びマンガンは湿式灰化¹⁾後原子吸光度法¹⁾、細胞壁構成物質はデタージェント法⁴⁾により定量した。

無機物の蓄積を示す指標として、単位期間（10 日間）における単位乾物増加量当たりの無機物増加量を (1) 式のように計算し、相対無機物蓄積率（Relative Mineral Accumulation Rates, RMAR）とした。

また HUNT (1990)⁷⁾に従い、単位期間（10 日間）における単位地下部乾物重当たりの無機物増加量の値を (2) 式のように計算し、無機物吸収能（Specific Absorption Rates, SAR）とした。

相対無機物蓄積率 (RMAR)

$$= \frac{\text{単位期間当たりの無機物増加量}}{\text{単位期間当たりの乾物増加量}} \\ = \frac{(M_2 - M_1)}{(t_2 - t_1)} \div \frac{(W_2 - W_1)}{(t_2 - t_1)} = \frac{(M_2 - M_1)}{(W_2 - W_1)} \dots(1)$$

$$\text{無機物吸収能 (SAR)} = \frac{(M_2 - M_1)}{(t_2 - t_1)} \cdot \frac{(\log_e R_2 - \log_e R_1)}{(R_2 - R_1)} \\ \dots\dots\dots(2)$$

M₁, M₂; 時点 t₁, t₂における無機物含量 (mg)

W₁, W₂; 時点 t₁, t₂における乾物重 (g)

R₁, R₂; 時点 t₁, t₂における地下部乾物重 (g)

なお、地下部表皮における無機物の沈着物も地下部無機物

として取り扱った。

結 果

実験期間中の生長経過は前報²⁸⁾に示したように、対照区及び湛水区ともに順調であり、湛水による生育障害は認められなかった。また、湛水による特定の無機物の欠乏あるいは過剰を示す症状も観察されなかった。

処理開始後 40 日目の植物体各部位の細胞壁構成物質含有率及び細胞壁構成物質の細胞壁中の構成率（細胞壁構成率）を表 1 に示した。

地上部リグニン含有率は湛水処理により、また、湛水期間が長いほど高い値となった。地上部セルロース含有率は 30 日湛水区が他区より有意に高い値を示した。地上部ヘミセルロース含有率は湛水処理により低下する傾向が認められた。地上部細胞壁構成率は含有率と同様の傾向を示した。

地下部においては、セルロース含有率は 10 日及び 20 日湛水区が高い値を示し、ヘミセルロース含有率は対照区及び 10 日湛水区で高い値が認められ、30 日湛水区で著しく低い値となった。リグニン含有率は湛水により低下し、対照区が最も高い値となった。地下部細胞壁構成率については、セルロースは湛水期間が長い区ほど高い値を示し、逆にヘミセルロースは低い値を示した。リグニンについては、全ての湛水区は対照区より有意 (P<0.01) に低い値となった。

試験期間中の無機成分含有率、無機物吸収能 (SAR) 及び相対無機物蓄積率 (RMAR) の推移について図 1, 2, 3 にそれぞれ示した。なお、図 1 では無機物含有率の湛水期間中の推移を実線で示している。

植物全体カリウム含有率は 10 日間の湛水では対照区と同様の値となったが、20 日及び 30 日間の湛水では対照区より高い値 (P<0.05) となり、排水後も対照区より高い値で推移する傾向が認められた。湛水区の地上部カリウム含有率は対照区と比較し、10 日間の湛水で低下したが、その後 30 日目

Table 1. Cell wall constituents of *Aeschynomene americana* cv. Glenn on the 40th day after treatment.

	Percentage in plant (%) ^{a)}			Percentage in CWC (%) ^{a)}		
	Cellulose	Hemicellulose	Lignin	Cellulose	Hemicellulose	Lignin
Top						
Control	28.19b	12.04a	4.60c	62.88bc	26.86a	10.26b
10 days waterlogging	27.26c	11.24b	5.10b	62.52c	25.78b	11.70a
20 days waterlogging	27.80bc	10.99b	5.21b	63.18b	24.98c	11.84a
30 days waterlogging	30.35a	11.32b	5.55a	64.27a	23.97d	11.75a
LSD (5%)	0.56	0.35	0.23	0.36	0.74	0.52
Root						
Control	29.04b	16.16a	9.56a	53.03d	29.51a	17.46a
10 days waterlogging	34.81a	16.78a	9.18b	57.28c	27.61b	15.11b
20 days waterlogging	36.48a	14.51b	8.24c	61.59b	24.50c	13.91c
30 days waterlogging	29.16b	5.63c	6.54d	70.55a	13.62d	15.82b
LSD (5%)	1.70	0.74	0.26	1.79	1.64	0.75

Mean values followed by different letters in the same column are significantly different (P<0.05).

^{a)} DM basis.

までは高い値で推移した。排水後の含有率は処理開始後 30 日目までは 10 日湛水区及び 20 日湛水区が共に 30 日間の湛

水区及び対照区より高い値で推移したが、処理開始後 40 日目においては対照区と比較し 10 日湛水区は低い値を示し、

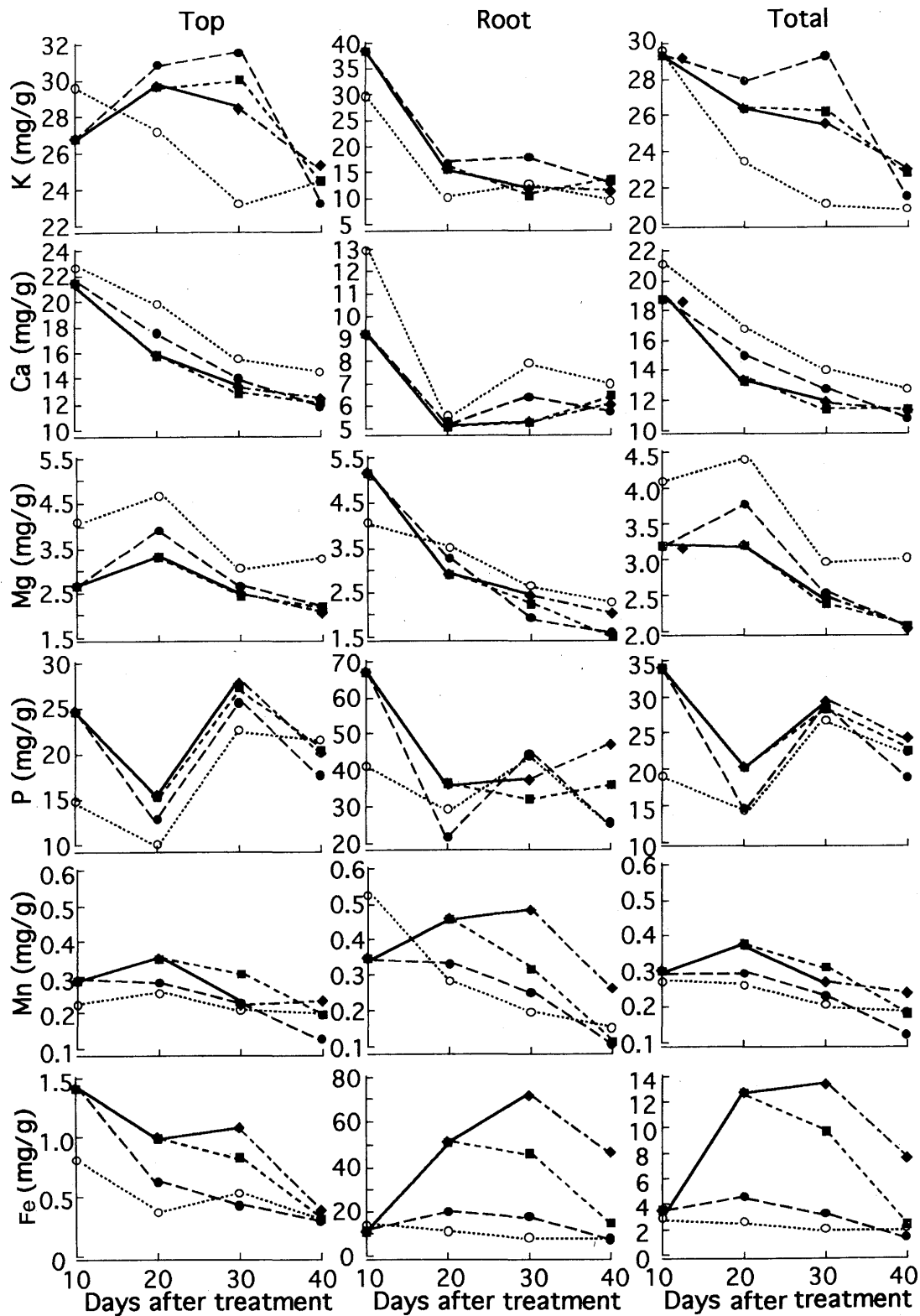


Fig. 1. Changes in mineral contents in *Aeschynomene americana* cv. Glenn.
 ---○--- Control, ---■--- 20 days waterlogging,
 —●— 10 days waterlogging, -·-·- 30 days waterlogging,
 ——— Period of waterlogging.

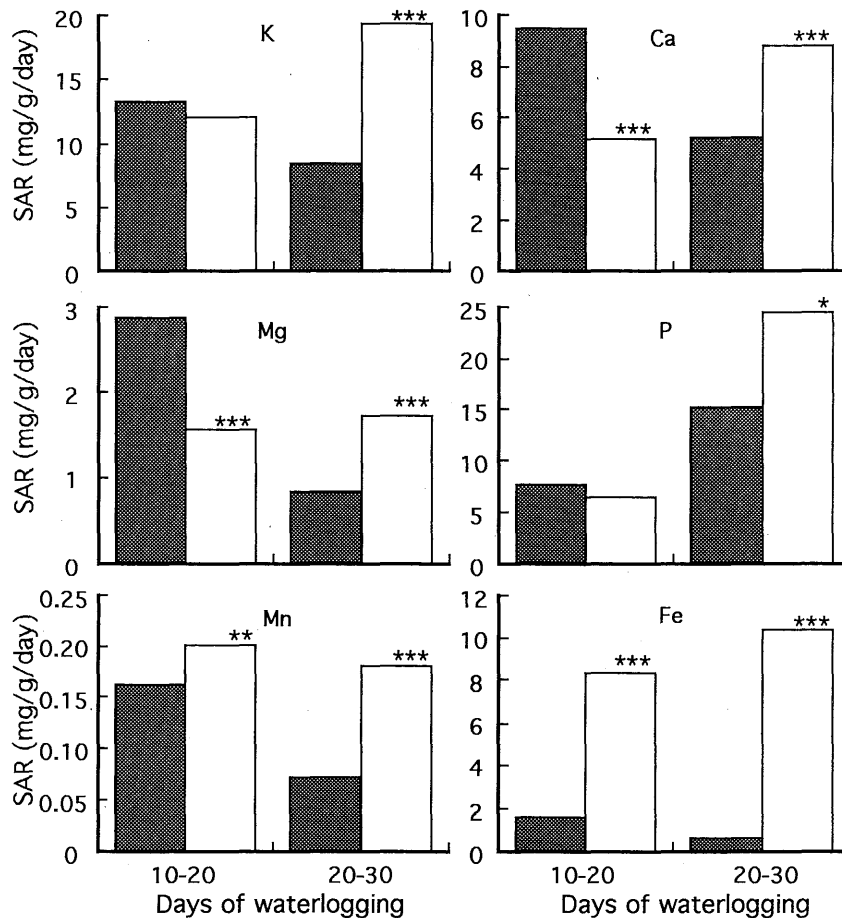


Fig. 2. Changes in specific absorption rates (SAR) of mineral in the plant.
 ■ Control, *** P<0.001,
 □ Waterlogging, ** P<0.01,
 * P<0.05.

30日湛水区は有意 (P<0.05) に高い値を示した。地下部においては20日間の湛水では対照区より高い値であったが、30日間の湛水では対照区より低い値を示した。排水後の含有率は10日湛水区は対照区より有意 (P<0.01) に高い値で推移し、20日湛水区及び30日湛水区は処理開始後40日目において対照区より高い値を示した。

湛水処理区のカリウム吸収能は10日目から20日目では対照区よりわずかに低い値であったが、20日目から30日目においては対照区より有意 (P<0.001) に高い値を示した。相対カリウム蓄積率は地上部については湛水処理区が対照区よりやや高い値を示し、地下部は湛水20日目から30日目に低い値となった。

湛水期間中のカルシウム含有率は地上部及び地下部共に対照区より低い値で推移した。排水後のカルシウム含有率は10日湛水区で処理開始後30日目までは30日湛水区より高い値で推移する傾向が認められたが、対照区より高い値を示すことはなかった。

湛水処理区のカリウム吸収能は10日目から20日目までは対照区より低い値であったが、湛水20日目から30日目は

対照区より有意 (P<0.001) に高い値を示した。相対カルシウム蓄積率は地上部は湛水10日目から20日目に低下し、20日目から30日目では対照区と同様の値となったが、地下部では湛水20日目から30日目に対照区より有意 (P<0.05) に低い値を示した。

植物全体及び地上部マグネシウム含有率についてもカルシウムと同様、全ての湛水区は対照区より低い値で推移した。地下部においては10日間の湛水は対照区より高い値を示したが、20日間以上の湛水では対照区より低い値で推移し、排水後の含有率の増加も認められなかった。

湛水処理区のマグネシウム吸収能はカルシウムと同様10日目から20日目までは対照区より低い値であったが、20日目から30日目までは対照区より有意 (P<0.001) に高い値を示した。地上部相対蓄積率はカルシウムと同様の推移を示したが、地下部では10日目から20日目までは対照区より低い値、20日目から30日目までは対照区よりやや高い値を示した。

湛水期間中の地上部リン含有率は対照区より有意 (P<0.01) に高い値で推移した。排水後10日目のリン含有率 (10

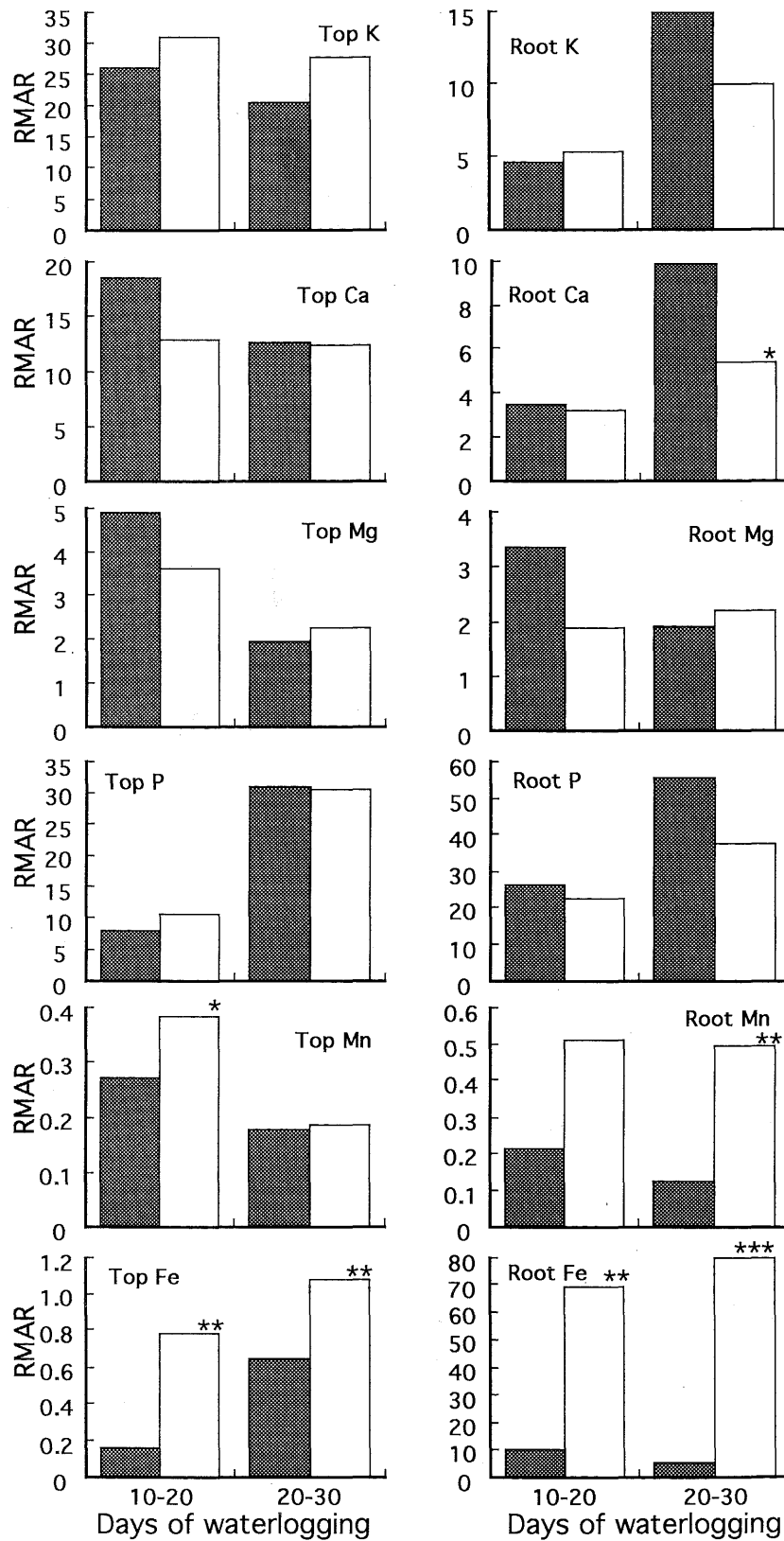


Fig. 3. Changes in relative mineral accumulation rates (RMAR) in the plant.

■ Control, *** P<0.001,
 □ Waterlogging, ** P<0.01,
 * P<0.05.

日湛水区 20 日目及び 20 日湛水区 30 日目) は、それぞれ湛水処理中の材料 (30 日湛水区 20 日目及び 30 日目) より低い値となる傾向が認められた。地下部においては、20 日間の湛水では対照区より有意 ($P < 0.05$) に高い値が得られたが、30 日間の湛水では対照区より低い値を示した。また、10 日湛水区及び 20 日湛水区においては排水後 10 日目に一時的に含有率が低下する傾向が認められた。処理開始後 40 日目においては 20 日湛水区と 30 日湛水区は対照区より高い値を示した。湛水期間中の植物全体のリン含有率は地上部と同様の推移を示し、排水後は湛水期間の長い区ほど高い値で推移する傾向が認められた。

湛水処理区のリン吸収能は 10 日目から 20 日目までは対照区よりやや低い値、20 日目から 30 日目までは対照区より有意 ($P < 0.05$) に高い値を示した。湛水処理区の地上部相対リン蓄積率は 10 日目から 20 日目まで及び 20 日目から 30 日まで共に対照区との間に顕著な差は認められなかった。地下部では 20 日目から 30 日目において対照区より低い値を示した。

湛水期間中の地上部マンガン含有率は対照区より有意 ($P < 0.05$) に高い値で推移し、10 日湛水区は排水後含有率が低下し、処理開始後 40 日目においては対照区より低い値を示した。20 日湛水区は排水直後の 30 日も高い値を示したが、処理開始後 40 日目においては対照区と同様の値となった。30 日湛水区は排水後も対照区より高い値を示した。地下部においては 10 日間の湛水は対照区より低い含有率を示したが、湛水期間が長くなるにつれ対照区より有意 ($P < 0.01$) に高くなった。排水後の含有率は低下し、処理開始後 40 日目において 10 日湛水区及び 20 日湛水区は対照区より低い値を示した。植物全体マンガン含有率は地上部と同様の傾向で推移した。

湛水処理区のマンガン吸収能は対照区より有意 ($P < 0.01$) に高い値で推移した。湛水処理区の地上部相対マンガン蓄積率は 10 日目から 20 日目までは対照区と比較し有意 ($P < 0.05$) に高い値であったが、20 日目から 30 日目までは対照区と同様の値を示した。地下部では 30 日目まで対照区と比較し有意 ($P < 0.01$) に高い値で推移した。

湛水期間中の地上部鉄含有率は対照区より有意 ($P < 0.01$) に高い値で推移し、排水後は低下し、処理開始後 40 日目において全ての湛水区は対照区と同様の値を示した。地下部においては、10 日間の湛水では対照区より低い値であったが、湛水期間が長くなるにつれ含有率は増加し、排水後は低下した。処理開始後 40 日目において 20 日湛水区と 30 日湛水区が対照区より有意 ($P < 0.01$) に高い値を示した。植物全体においては地下部と同様の傾向であった。

湛水処理区の鉄吸収能、地上部及び地下部相対鉄蓄積率は対照区と比べ顕著 ($P < 0.01$) に高い値を示した。

対照区において、リン以外の無機物含有率は地上部及び地下部で生育の進行と共に低下する傾向にあったが、湛水区では湛水期間中に増加する無機物 (地上部カリウム、地下部マンガン及び鉄) が認められた。

考 察

土壤が過湿状態となった場合、酸素濃度の低下、還元状態の進行に伴って土壤養分の化学的変化とそれに対応した植物の形態的及び生理的変化がおこることはよく知られている³²⁾。その結果、植物体中の化学成分組成にも変化がおこる。前報²⁸⁾で報告した窒素については、20 日目までの湛水では対照区より低い値となるが、30 日間の湛水では対照区より高くなること、さらに、排水後においても対照区より高くなる傾向が認められ、この原因は湛水条件でも窒素固定能が高く維持されることによるものであると考察した。

本実験での Glenn の細胞壁構成物質含有率については、20 日間の湛水ではほとんど影響が認められなかったが、30 日湛水区は地上部セルロース及びリグニン含有率が対照区より高い値を示した。

正岡ら¹³⁾は暖地型イネ科牧草を用い、過湿条件下では自然降雨下より乾物収量は高いが、老化の促進により細胞壁の飼料としての品質が低下することを報告している。また、NAGASHIRO and SHIBATA¹⁵⁾も暖地型マメ科牧草フェジービーン (*Macroptilium lathyroides* (L.) URB) を用い湛水処理下では対照区より乾物重は高くなるが、茎部の構造的炭水化物及びリグニン含量が増加し、可消化乾物重が減少することを報告している。

次に、無機物含有率については、Glenn の耐湿性との関連で考察を行った。

土壤養分吸収に関連した湿害は、数種無機物の欠乏症状^{11, 18, 22, 32)}と鉄、マンガンの過剰害^{9, 32)}として発現することが知られている。土壤を湛水した場合に植物の養分吸収を阻害する要因としては、土壤空気組成の変化、すなわち低酸素濃度及び高炭酸ガス濃度^{14, 21)}と、硫化水素、有機酸、2 価鉄などの有害物質の生成・集積^{9, 14, 21, 31)}が考えられる。これらの阻害要因により吸収阻害が起こりやすい養分はリンやカリウムであり、カルシウム及びマグネシウム欠乏がついで生じやすいとされている^{11, 14, 18, 19, 23)}。

また、杉本ら¹⁸⁾はダイズの過湿処理で窒素、カルシウム、マグネシウム、カリウムの順に吸収が阻害されたことを報告しており、昆野ら¹¹⁾もダイズの過湿処理で窒素、マグネシウム、カルシウム及びカリウムの吸収阻害が大きいことを報告している。

本試験において湛水 20 日目までについては乾物重は対照区より低く、また、カルシウム及びマグネシウムの吸収能も対照区より低い値を示すことから、湛水による吸収阻害が起こっていたものと思われる。しかし、湛水 20 日目から 30 日目においてはカルシウム及びマグネシウム共に吸収能は回復し、対照区より高い値を示すと共に、含有率は対照区の水準には達しなかったが地上部への蓄積率も高い値となった。一方、カリウムについては湛水により吸収能が上昇し、地上部蓄積率も対照区より高い値となり、含有率も高い値を示した。植物体のカリウム吸収量の増加は湛水による土壤中のカリウムイオンの増加⁹⁾によるものと考えられる。また、カルシウム及びマグネシウムの吸収の抑制はカリウムとの拮抗作

用によるものである可能性も推察される。

湛水土壤中ではリンは可給態化することが知られており⁸⁾、本実験でも湛水 20 日目から 30 日目に吸収量は著しく高くなると共に、地上部蓄積率は湛水の影響を受けなかったことから、湛水期間中のリンの含有率は対照区より高い値で推移した。しかしながら排水後 10 日目のリン含有率は短期間の湛水区ほど地下部で低い値を示す傾向がみられた。これは湛水処理終了後、排水による土壌水分の低下に起因する可給態リン濃度の低下（または土壌リンの可給化の低下）により、植物のリン吸収量が低下したことが一因と考えられる。

Glenn における上記無機物の湛水期間における吸収の回復に関連する要因として地下部細胞壁構成物質の推移から以下のことが考えられた。すなわち、多湿土壌におかれた耐湿性の低い畑植物の地下部ではリグニン集積がおこることが知られている³²⁾が、本草種において地下部リグニン含有率は対照区が最も高く、湛水期間の長い区ほど低い値を示し、ヘミセルロース含有率においても湛水期間の長い区ほど低い値を示した。

細胞壁は細胞の生長に伴い、セルロースとペクチン質からなる 1 次細胞壁、セルロース、ヘミセルロース、リグニンなどからなる 2 次細胞壁と順次形成され、細胞間隙をもつ柔細胞や師管、厚角細胞などのように生理的活動を長く続ける細胞では細胞壁の発達に 1 次細胞壁で止まっていることが知られている²⁴⁾。

山崎³²⁾は、耐湿性の弱い畑作物における地下部の木化の進行について考察し、木化した根においては養水分の吸収が制限されることを示している。これらのことから、湛水区における低いリグニン含有率は地下部細胞壁の発達が 1 次細胞壁で止まっている細胞の割合が多いことによるものであり、Glenn の地下部は湛水条件下においても生理的活動を続け、養分吸収能を維持する細胞の割合が多いことを示唆するものと考えられる。

過湿土壌条件で生育する作物でしばしば観察される鉄及びマンガン過剰症は、水田土壌で報告されているように土壌中の遊離の鉄とマンガン含量がかなり高くなることに起因する³¹⁾。したがって、植物が過湿土壌でも良好な生育をするためには鉄及びマンガンの過剰吸収抑制、無毒化あるいは高濃度に対する耐性機構をもっているかどうか²⁵⁾が重要な要因となる。通気組織が発達している水稻の根は褐色の鉄化合物で被覆されていることが知られている⁵⁾。通気組織を通して酸素ガスは根に運ばれ、土壌中の 2 価鉄が根圏や皮層の細胞間隙で不溶性の 3 価鉄に酸化されるためである⁵⁾とされ、また水稻根にはある種の鉄酵素があり、その活性により 2 価鉄が 3 価鉄に酸化される^{26,27,30)}という報告がなされている。水稻のみならず湿性地の植物においても通気組織を通じて地上部から地下部への酸素移行による地下部での鉄沈析がみられる^{2,3,6,9,12)}。また、マンガンにおいては鉄と同様過剰吸収の抑制、もしくは吸収したマンガンの無毒化が行われることが知られている²⁵⁾。水稻においては葉身中に多量にマンガンを蓄積しており²⁵⁾、また Glenn においてもこれまでに湛水処理により葉部へ多量にマンガンを蓄積されること¹⁷⁾が報告され

ている。本研究において鉄及びマンガンの吸収量は対照区より著しく高い値となった。これは、前述のように、本草種においては耐湿性の弱い草種にみられるような細胞壁の木化による 2 価鉄及びマンガンの吸収阻害機構が機能していないことによるものと思われる。

鉄及びマンガンの地下部蓄積率は対照区より顕著に高い値となった。これは、湛水による土壌中の 2 価鉄及びマンガンの可溶化による濃度の上昇、根の吸収量の増加による地下部表皮への鉄及びマンガンの蓄積が行われたことによるものと推察される。その結果、湛水期間の長い区ほど地下部において鉄及びマンガン含有率が高い値となったと考えられる。しかしながら、鉄及びマンガンの地下部蓄積には限界があり^{19,20,22,26,27)}、濃度²⁶⁾や湛水期間²⁰⁾により地上部への移行抑制が不可能になるとされている。本試験においてはマンガンについては湛水 20 日目から 30 日目の地上部の相対蓄積率は対照区とほぼ同様の値を示し、地上部への移行制御が機能していたと考えられる。しかし、鉄については、地上部の相対蓄積率は対照区より高く、過剰に吸収された鉄が地上部へ移行したのと考えられる。しかし、湛水期間中生長や葉色などを観察した限り、変化は認められず、前報²⁸⁾での湛水 20 日目から 30 日目の植物体乾物重、相対生長率及び純同化率も対照区より高い値を示すことから、湛水によって生じた Glenn の体内の鉄濃度の上昇は過剰症が発現するレベルにはいたらなかったものと推測された。

以上の結果から、Glenn の高い耐湿性には養分吸収における特徴として次のような要因が関与していると考えられた。湛水条件で生育する Glenn においては根部細胞の顕著な木質化は認められず、生理的機能を続ける細胞の割合を高く維持することにより、カルシウム、マグネシウムなどの吸収能を維持する。さらに、吸収した鉄、マンガンを地下部に蓄積し、また、マンガンについては地上部へ多量に移行しにくい機構をもっている。これらの要因により、過湿条件で生じやすいミネラルの欠乏あるいは過剰による害を回避しているものと考えられた。

本研究では生育の初期段階の植物体を用い試験を行ったが、生育段階の違いや、生育環境条件の違いにより植物体の反応も異なることが考えられ、これらの点について更に検討が必要と思われる。

引用文献

- 1) AOAC (1990) Official Methods of Analysis (15th Ed.). Association of Official Analytical Chemists. Arlington, Virginia. pp. 27-28, 42.
- 2) ARMSTRONG, W. (1967) The oxidising activity of root in waterlogged soils. *Physiologia plantarum* **20**, 920-926.
- 3) ARMSTRONG, W. and D. J. BOATMAN (1967) Some field observations relating the growth of bog plants to conditions of soil aeration. *J. Ecol.* **55**, 101-110.
- 4) GOERING, H. K. and P. J. VAN SOEST (1970) Forage Fiber Analyses. Agriculture Handbook. No. 379. U.S. Department of Agriculture. Washington, D.C. pp. 1-20.
- 5) GREEN, M. S. and J. R. ETHERINGTON (1977) Oxidation of ferrous iron by rice (*Oryza sativa* L.) root: a mechanism for

- waterlogging tolerance? *J. Exp. Bot.* **28**, 678-690.
- 6) HOOK, D. D., C. L. BROWN, and P. P. KORMANIK (1971) Inductive flood tolerance in swamp tupelo (*Nyssa sylvatica* var. *biflora* (Walt.) Sarg.). *J. Exp. Bot.* **22**, 78-89.
- 7) HUNT, R. (1990) Basic Growth Analysis. Unwin Hyman. London. pp. 62-63.
- 8) 飯村康二 (1982) 水田土壤の化学(2). 水田土壤学 (山根一郎編). 農文協. 東京. pp. 181-232.
- 9) JONES, R. (1972) Comparative studies of plant growth and distribution in relation to waterlogging. V. The uptake of iron and manganese by dune and dune slack plants. *J. Ecol.* **60**, 131-140.
- 10) 川本康博・岡野 香・増田泰久 (1991) 暖地型マメ科牧草フェジービーン (*Macroptilium lathyroides* (L.) URB.) の耐湿性と水田転換畑への導入. 日草誌 **37**, 219-225.
- 11) 昆野昭農・福井重郎・小島睦男 (1964) 土壤水分が大豆の体内成分ならびに結莢に及ぼす影響. 農技研報 **D11**, 111-149.
- 12) MARTIN, M. H. (1968) Conditions affecting the distribution of *Mercurialis perennis* L. in certain Cambridgeshire woodlands. *J. Ecol.* **56**, 777-793.
- 13) 正岡淑邦・高野信雄・太田 顯・越智茂登一 (1987) 土壤水分と施肥量が暖地型飼料作物の細胞壁成分と消化性に及ぼす影響. 日草誌 **32**, 389-394.
- 14) 三井進午・熊澤喜久雄・石原達夫 (1953) 作物の養分吸収に関する動的的研究. (第7報) 水稲根の養分吸収に及ぼす硫化水素・青酸ナトリウム・窒化ナトリウムなど呼吸酵素阻害物質並びに酪酸の影響に就いて. 土肥誌 **24**, 45-50.
- 15) NAGASHIRO, C. W. and F. SHIBATA (1995) Influence of flooding and drought conditions on herbage yield and quality of Phasey bean (*Macroptilium lathyroides* (L.) URB.). *Grassland Science* **41**, 218-225.
- 16) 岡部達雄 (1975) 無機成分分析法 りん. 栄養診断のための栽培植物分析測定法 (作物分析法委員会編). 養賢堂. 東京. pp. 69-73.
- 17) SHIFERA, W., H. M. SHELTON and H. B. So (1992) Tolerance of some subtropical pasture legumes to waterlogging. *Tropical Grasslands* **26**, 187-195.
- 18) 杉本秀樹・雨宮 昭・佐藤 享・竹之内 篤 (1988) 水田転換畑におけるダイスの過湿障害. 第2報 土壤の過湿処理が出液, 気孔開度並びに無機成分の吸収に及ぼす影響. 日作紀 **57**, 77-82.
- 19) 但野利秋 (1970) 水稲の鉄栄養に関する研究 (第4報) 水稲の無機栄養状態が鉄過剰吸収におよぼす影響. 土肥誌 **41**, 498-501.
- 20) 但野利秋 (1974) 水稲の鉄栄養に関する研究 (第5報) 生育にともなう鉄過剰症抵抗性の変遷. 土肥誌 **45**, 521-524.
- 21) 但野利秋 (1984) 養分吸収. 作物栄養・肥料学 (松田敬一郎著代表). 文永堂. 東京. pp. 41-71.
- 22) 但野利秋・切本清和・青山 功・田中 明 (1979) 耐湿性の作物間差. 土肥誌 **50**, 261-269.
- 23) 但野利秋・田中 明 (1970) 水稲の鉄栄養に関する研究 (第3報) 加里栄養が鉄吸収に及ぼす影響. 土肥誌 **41**, 142-148.
- 24) 田口亮平 (1993) 植物生理学大要. 養賢堂. 東京. pp. 185-203.
- 25) 高橋英一 (1991) ストレス. 環境応答 (新免輝男編). 朝倉書店. 東京. pp. 128-142.
- 26) 田中 明・但野利秋 (1969) 水稲の鉄栄養に関する研究 (第1報) 鉄の吸収及び体内分布に及ぼす培養液中鉄濃度の影響. 土肥誌 **40**, 380-384.
- 27) 田中 明・但野利秋 (1969) 水稲の鉄栄養に関する研究 (第2報) 水稲根の鉄排除機能について. 土肥誌 **40**, 469-472.
- 28) 飛佐 学・下條雅敬・増田泰久・五斗一郎 (1996) 暖地型マメ科牧草 *Aeschynomene americana* cv. Glenn の生育及び窒素固定能に及ぼす湛水処理の影響. *Grassland Science* **41**, 329-335.
- 29) 和田秀徳 (1984) 水田土壤. 新土壤学 (久馬一剛ら共著). 朝倉書店. 東京. pp. 159-183.
- 30) YAMADA, N. and Y. OTA (1958) Study on respiration of crop plant. (7) Enzymatic oxidation of ferrous iron by root of rice plant. *Proc. Crop Sci. Soc. Japan* **26**, 205-211.
- 31) 山根一郎 (1982) 水田土壤の化学(1). 水田土壤学 (山根一郎編). 農文協. 東京. pp. 132-180.
- 32) 山崎 傳 (1952) 畑作物の湿害に関する土壤化学的並に植物生理学的研究. 農技研報 **B1**, 1-92.

要 旨

飛佐 学・下條雅敬・増田泰久・五斗一郎 (1997) : 暖地型マメ科牧草 *Aeschynomene americana* cv. Glenn の細胞壁構成物質及び無機物含有率に及ぼす湛水処理の影響. *Grassland Science* **43**, 298-305.

オーストラリアから導入した暖地型マメ科牧草 *Aeschynomene americana* cv. Glenn の耐湿性と土壤養分吸収特性との関連を明らかにするため, 湛水が植物体各部位細胞壁物質含有率及び無機物含有率に及ぼす影響を検討した。

Glenn をポット栽培し, 発芽後 14 日目から 10, 20 及び 30 日間湛水する区と湛水しない対照区を設けた。

30 日間の湛水で地上部セルロース及びリグニン含有率が対照区より高い値を示した。地下部においては湛水期間が長くなるほどヘミセルロース及びリグニン含有率は低い値を示した。

カルシウム及びマグネシウム含有率は湛水により低下したが, 湛水 20 日目から 30 日目において地上部への相対蓄積率 (RMAR) は対照区と同様の値を示し, 吸収能 (SAR) は対照区より高い値を示した。

カリウム及びリン含有率は湛水期間中対照区より高い値で推移し, これらの吸収能は湛水 20 日目から 30 日目で対照区より高い値を示した。マンガン及び鉄吸収能は湛水により著しく高い値となった。マンガンについては, 地上部相対蓄積率は湛水 20 日目から 30 日目は対照区と同様となり, 吸収されたマンガンは地下部へ蓄積することが認められた。鉄については, 地下部への蓄積が著しいとともに地上部への相対蓄積率も対照区より高い値を示した。

湛水条件で生育する Glenn においては根部細胞の顕著な木質化は認められず, 生理的機能を続ける細胞の割合を高く維持することにより, カルシウム, マグネシウムなどの吸収能を維持する。さらに, 吸収した鉄, マンガンを地下部に蓄積し, また, マンガンについては地上部へ多量に移行しにくい機構をもっている。これらの要因により, 過湿条件で生じやすいミネラルの欠乏あるいは過剰による害を回避しているものと推察された。

キーワード : *Aeschynomene americana* cv. Glenn, 細胞壁物質, 耐湿性, 無機物含有率, 無機物吸収。