

VII-13

石炭灰含有栽培系におけるマコモとヨシのホウ素除去に関する実験的検討

東北工業大学 正会員 ○藤田光則
 東北工業大学 正会員 江成敬次郎
 東北工業大学 正会員 小浜暁子
 東北緑化環境保全（株） 矢野篤男

1 はじめに

近年、水環境へのホウ素排出が問題となってきた。2001年に水質汚濁防止法が改正され、2006年よりホウ素が規制されることとなっていたが、簡易な処理技術が開発途中であること等が勘案され、一部の業種では規制が延期されている。石炭火力発電所から排出される石炭灰にはホウ素が含まれており、その浸出水は環境基準を超えていることがある。ホウ素は自然界にも存在する物質であるが、多量に摂取すると人体に悪影響を及ぼす危険性がある。一方、ホウ素は植物の微量必須元素である。従って、phytoremediationの可能性がある。そこで本実験は、石炭灰含有栽培系において、2種類の植物を用いて、生育への影響とホウ素がどの程度除去可能か把握することを目的とした。

2 実験方法

2-1 実験装置及び実験条件

本実験ではマコモとヨシを用いた。実験装置の概要を図1に示す。ポットに植栽基材として吸着を防ぐためにガラスビーズを13kg入れ、それぞれマコモまたはヨシを1本ずつ植えた。なお、空隙は5.5lである。ポット内の石炭灰含有比ごとにA、B、Cの3条件とし、A条件は重量体積比（石炭灰重量[kg]/空隙[l]）0%、B条件は重量体積比10%、C条件は重量体積比20%とした。条件ごとにマコモ、ヨシを各3個、対照系として無植栽のプランクを1個用いた合計21個の装置を用意した。本実験では1期間を14日間とし、10日間滞留後、ローラーポンプを用いて上向流で栽培液（表1）を流入させ、4日後にサンプリングを行い、次の滞留期間とした。流入水量は滞留水の全量を流出させるために滞留時間を約2日間と設定し3l・d⁻¹とした。なお、流出水は全量を貯留し、その内の約100mlを採水して分析に供した。

2-2 測定項目及び測定方法

測定項目は流入水量、流出量、pH、EC、ホウ素濃度、植物体長である。流入水と流出水は孔径0.45μmのメンブレンフィルターでろ過後、ICP（高周波プラズマ発光分析装置）でホウ素濃度を測定した。

2-3 実験期間

表2に実験期間と時期区分を示す。実験期間は2005年8月1日～12月23日である。2期に大量発生したアブラムシを駆除するため2期終了後に薬を散布し、その薬を流すために通水したので3期は3週間となっている。

3 結果と考察

3-1 植物体の生育について

図2に植物体長の経期変化を示す。マコモは実験初期でヨシよりも生育が良かったが、3期以降は生長が止まり8期で枯れ始めた。実験開始時期が遅れたために、マコモの生育期が過ぎてしまった影響が考えられる。ヨシは実験初期での生育は良くなかったが3期から6期にかけて急激に生育し、7期で生育が止まった。実験期

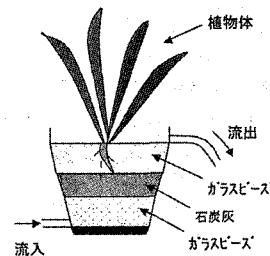


図1 実験装置

表1 栽培液組成		表2 時期区分		
要素	濃度(mg・l ⁻¹)	期	月日	日数
NO ₃ -N	14.0	1	8/1 ~ 8/12	12
NH ₄ -N	14.0	2	8/13 ~ 8/26	14
P	6.2	3	8/27 ~ 9/16	21
K	23.4	4	9/17 ~ 9/30	14
S	9.6	5	10/1 ~ 10/14	14
Ca	12.0	6	10/15 ~ 10/28	14
Mg	14.6	7	10/29 ~ 11/11	14
Fe	2.5	8	11/12 ~ 11/25	14
B	0.5	9	11/26 ~ 12/9	14
Mn	0.5	10	1/10 ~ 12/23	14
Cu	0.02			
Zn	0.05			
Mo	0.01			

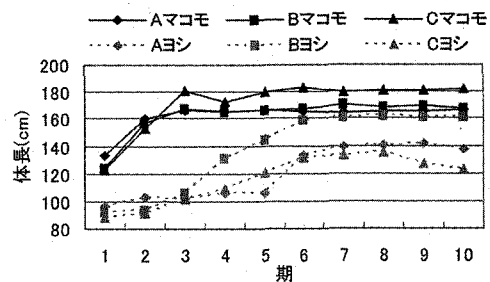


図2 植物体長の経期変化

間中の植物体最大生長量(最大体長-初期体長)はマコモでC条件(60cm)>B条件(47cm)>A条件(34cm)、ヨシでB条件(70cm)>C条件(47cm)>A条件(45cm)の順に大きかった。両植物とも石炭灰0%のA条件よりB、C条件の生長量が大きかったことから、生育への悪影響はないと考えられる。

3-2 植物によるホウ素吸収量

植物によるホウ素吸収量は以下の式を用いて算出した。

吸収量=無植栽増加量-植栽増加量

増加量= $C_1 \times Q_1 - C_0 \times Q_0$

C_0 : 流入水濃度

C_1 : 流出水濃度

Q_0 : 流入水量

Q_1 : 流出水量

図4に流出水ホウ素濃度の経期変化を示す。本実験では石炭灰から常時ホウ素が溶出されると想定したが、実験初期段階から流出水のホウ素濃度は徐々に減少し、4期目以降は流出水ホウ素濃度は低くなりB条件(石炭灰10%)、C条件(石炭灰20%)共にA条件(石炭灰0%)とほとんど変わらないホウ素濃度だった。よって石炭灰含有比ごとの比較が困難と判断し植物体ごとの比較を行った。

図4にマコモのホウ素吸収量経期変化、図5にヨシのホウ素吸収量経期変化を示す。吸収量は流入水、流出水の水量とそれぞれのホウ素濃度から算出した。ヨシのC条件(石炭灰20%)の1期、2期とマコモのC条件(石炭灰20%)の2期で高い値を示し、その直後の3期で極端に減少している。4期以降はマコモとヨシ全ての条件においてほぼ0mgで推移した。このことは4期以降は石炭灰からホウ素が溶出されなかったために吸収もあまりされなかったことによると考えられる。

図7に実験全期間のホウ素吸収量積算値を示す。A条件(石炭灰0%)はマコモ、ヨシ共に負の値を示し、マコモは-5.83mg、ヨシは-1.98mgとなり、マコモのほうが負の値が大きくなった。B条件(石炭灰10%)ではマコモは3.05mg、ヨシは-6.73mgであった。C条件(石炭灰20%)ではマコモは7.35mg、ヨシは17.33mgであった。植物体ごとの積算値を比較すると、マコモはB条件>C条件>A条件、ヨシはC条件>A条件>B条件の順となった。

4 まとめ

本実験より以下の結論が得られた。

- ・植物体最大生長量はマコモでC>B>A、ヨシではB>C>Aの順に大きかった。

このことから、マコモ、ヨシ共に石炭灰混合による生長への悪影響はないと考えられる。

- ・ホウ素吸収量積算値はマコモでB>C>A、ヨシでC>A>Bの順に多かった。

A条件(石炭灰0%)では生長量、ホウ素吸収量共にヨシが大きかった。B条件(石炭灰10%)では生長量はヨシが大きく、ホウ素吸収量ではマコモが多かった。C条件(石炭灰20%)では生長量はマコモが大きく、ホウ素吸収量ではヨシが多かった。ホウ素は植物にとって微量必須元素であるので、必ずしも生長量とホウ素吸収量が一致しなかったと考えられる。今回の結果ではマコモとヨシのホウ素吸収量を定量的に把握するに至らなかったものの、植生浄化法によるホウ素除去の可能性はあると考えられる。

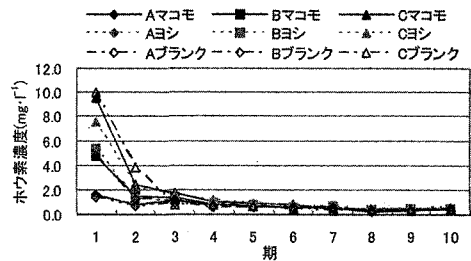


図3 流出水ホウ素濃度の経期変化

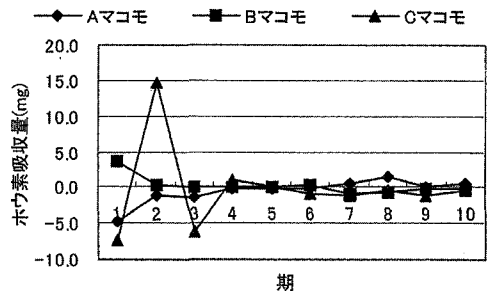


図4 マコモのホウ素吸収量経期変化

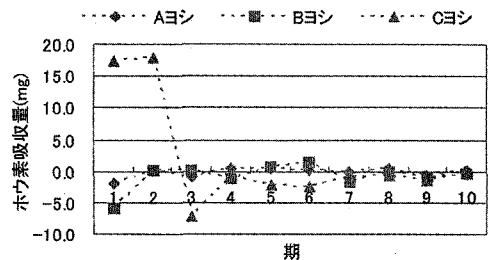


図5 ヨシのホウ素吸収量経期変化

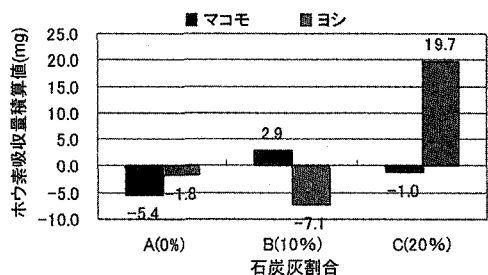


図6 ホウ素吸収量積算値