

令和 6 年 6 月 2 5 日現在

機関番号：9 2 1 0 3

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2020～2023

課題番号：2 0 K 0 4 7 1 4

研究課題名（和文）ストレス物質を活用した新たな樹林化評価手法確立のための基礎調査

研究課題名（英文）Research to establish a new afforestation evaluation method using stress substances.

研究代表者

今村 史子（Imamura, Fumiko）

日本工営株式会社中央研究所・先端研究センター・専門部長

研究者番号：5 0 5 6 8 4 5 9

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,300,000 円

研究成果の概要（和文）：河川植生を構成する植物種の多くは、洪水等で分散された種子が漂着した場所で、環境条件が適していれば定着する。条件が適していない場合、ストレスが過大となり枯死する。環境条件とストレス要因を関連づけることは、河川植生の分布把握のための重要なプロセスである。ストレス要因に晒される、細胞内で活性酸素(ROS)が生成、組織等が破壊される。

研究では、活性酸素種(ROS)のうち最も安定して計測ができる過酸化水素(H₂O₂)について、葉の中の含有用量を調べることで環境ストレスを定量化できることを確認した。比高が異なる場所での植物のストレス状態を調査し、特に土壌水分と植物ごとにH₂O₂濃度との関係が得られた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

過酸化水素(H₂O₂)は、河川植生の分布を制御するための指標として活用が期待されている。室内実験では以前より活用されていたが、野外での活用はサンプル処理等の問題もあり活用されてこなかった。この研究で実施した方法により、野外でサンプリングした植物細胞のH₂O₂濃度でも、生育地指標として使用できることが示唆された。

また、得られた指標を数値化することで、植生モデルへの活用も可能となる。植生モデルはAI予測等も試みられているが、立地モデルが主である。環境ストレスを直接生育地指標としてパラメータとした植生モデルに、将来的な気候変動等既往の環境条件を超えた環境における植生予測の可能性が示唆される。

研究成果の概要（英文）：Many of the plant species that make up river vegetation will take root in places where seeds dispersed by floods or other events wash ashore if the environmental conditions are suitable. If the conditions are not suitable, the stress becomes excessive and the plant dies. Linking environmental conditions to stress factors is an important process for understanding the distribution of river vegetation. When exposed to stress factors, reactive oxygen species (ROS) are generated within cells, destroying tissues, etc.

In this study, it was confirmed that environmental stress can be quantified by examining the amount of hydrogen peroxide (H₂O₂) contained in leaves, which is the most stable reactive oxygen species (ROS) that can be measured. The stress state of plants at locations with different relative altitudes was investigated, and a relationship was obtained between soil moisture and H₂O₂ concentration for each plant in particular.

研究分野：生態学

キーワード：河岸植生 過酸化水素 環境ストレス 土壌水分 生育地指標 河川管理

1. 研究開始当初の背景

近年、増加の一途をたどる豪雨に対応するため、降った雨を速やかに流下させるための堤防の強度保全、河道の流下能力維持の観点からの河川の植生管理は重要であり、特に樹林化対策は必要不可欠と考えられている。これまでから樹林化については要因分析とそれに基づく予測手法の確立が試行・活用されてきたが、樹林化過程の律速条件を得ることが困難なため、AIを活用する等手法は高度化されているものの、立地ごとの樹林化の可能性を予測するにとどまっている。

そこで植物の生育に直接影響するストレス物質濃度を把握し、樹林化の進行過程と環境要因の関係を明らかにすることで、環境ストレスを直接植生モデルのパラメーターとして導入することが期待されている。環境ストレスの植生モデルへの導入は、将来的な気候変動等既往の環境条件を超えた環境における植生予測の可能性につながる。

2. 研究の目的

河川や水辺の植物は、水分や栄養などのストレスに常に晒されている。活性酸素種(ROS)は、これらのストレスの強さに応じて、植物細胞小器官で生成される。過酸化水素(H_2O_2)は活性酸素種(ROS)のうちもっとも安定して計測できる物質である。葉の中の含有量を調べることで環境ストレスを定量化できることが室内実験では以前より活用されていたが、野外ではサンプル処理等の問題もあり活用されてこなかった。

本研究では、野外においてもこの過酸化水素(H_2O_2)を活用し平水時や洪水後のストレス物質を直接計測することで、樹林化の進行過程と環境条件や洪水との関係を明らかにすることを目的とした。

3. 研究の方法

荒川、多摩川等の河川敷において、について葉組織と土壌を採取し、 H_2O_2 濃度、全窒素(TN)、全リン(TP)および水分含有量を分析した。サンプルは川からの比高と日照条件が異なるよう採取した。調査対象は、日本の河川の河岸帯の木本類の代表種として、木本類としてはヤナギ類(*Salix* spp.)、ニセアカシア(*Robinia pseudoacacia*)、シンジュ(*Ailanthus altissima*)、オニグルミ(*Juglans mandshurica*)、草本類としては、ヨシ(*Phragmites australis*)、ツルヨシ(*Phragmites japonica*)、オギ(*Miscanthus sacchariflorus*)とした。



図1 調査地に選定した荒川の中流部(水際から比高に応じ植生帯が成立している)

4. 研究成果

光条件の違いおよび一般的な範囲内での窒素含有量の違いと H_2O_2 濃度との関係は得られなかった(図2)。 H_2O_2 濃度との関係が得られたのは土壌水分だけであった(図3及び図4)。土壌水分量は植物ごとに H_2O_2 濃度との関係が得られた。

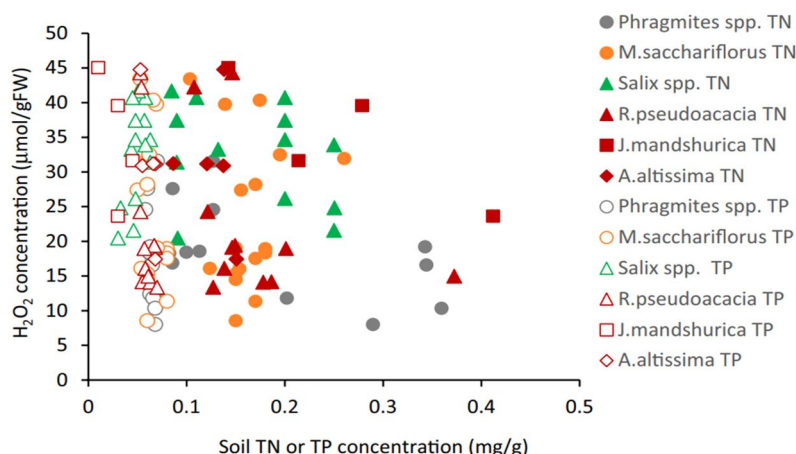


図2 ROS (H_2O_2 濃度) と土壌の窒素含有量との関係

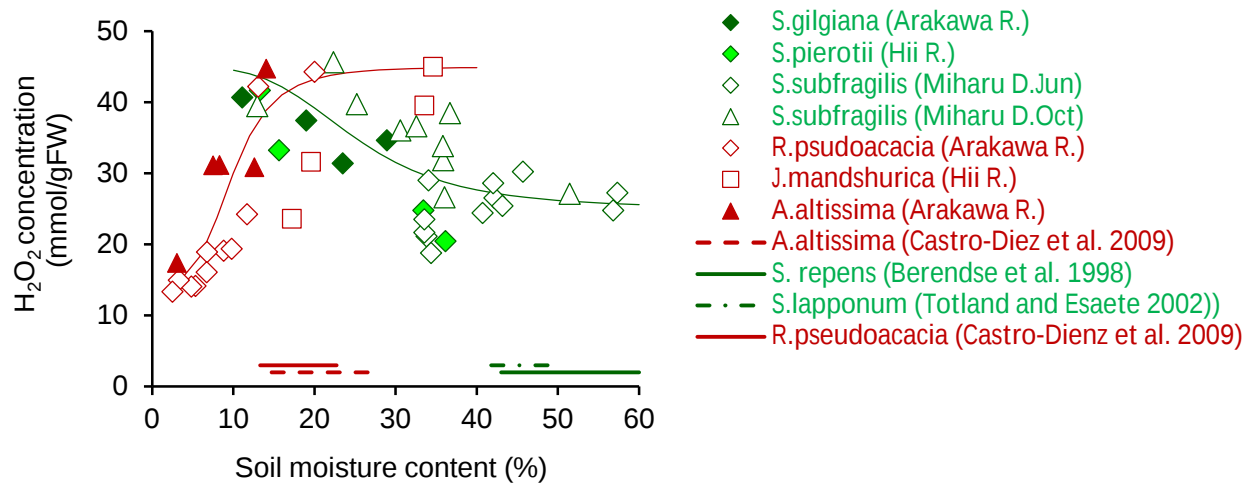


図3 木本類の ROS (H_2O_2 濃度) と土壌水分の関係

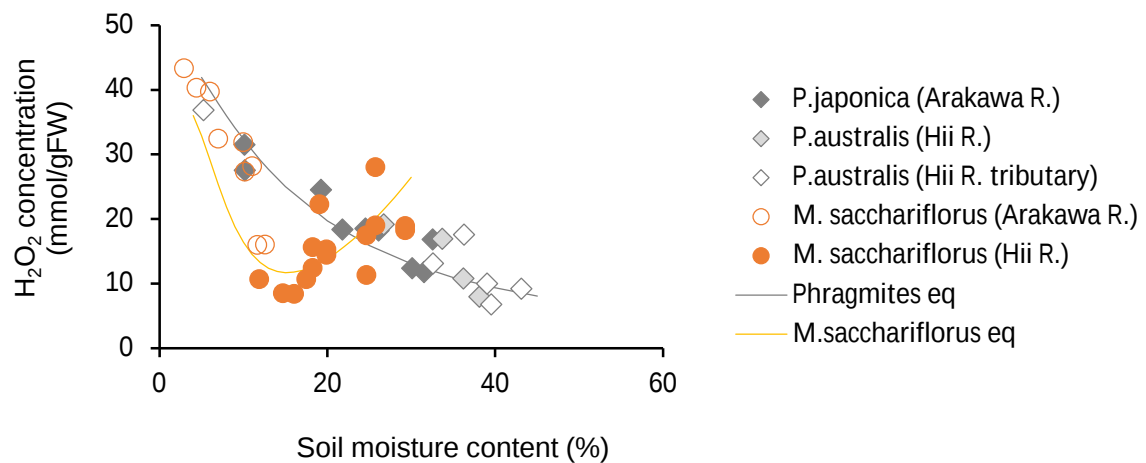


図4 草本類の ROS (H_2O_2 濃度) と土壌水分の関係

このことから、葉の H_2O_2 濃度が水辺植生の分布の指標として使用できることが示唆された。葉の H_2O_2 濃度と土壌水分を式(1)～(4)のとおりにモデル化した。

木本類の場合：

【ヤナギ類 (*Salix* spp.)】

$$H_2O_2(\mu mol/gFW) = 20.0 \frac{25^4}{25^4 + SoilMoisture^4} + 25.0$$

(土壌水分の範囲 < 60%、 $r = -0.60$ 、 $p < 10^{-4}$)。

式(1)

【その他の樹木種 (*Juglans mandshurica*、*Robinia pseudoacacia*、*Ailanthus altissima*)】

$$H_2O_2(\mu mol/gFW) = 30.0 \frac{SoilMoisture^4}{25^4 + SoilMoisture^4} + 15.0$$

(土壌水分の範囲 < 40%、 $r = 0.76$ 、 $p < 10^{-4}$)。

式(2)

草本類の場合：

【ヨシ (*Phragmites australis*)】

$$H_2O_2(\mu mol/gFW) = 50.0 \frac{15^{1.5}}{15^{1.5} + SoilMoisture^{1.5}}$$

(土壌水分<45%の範囲では、 $r=0.92$ 、 $p<10^{-9}$)。

式(3)

【オギ (*Miscanthus sacchariflorus*)】

$$H_2O_2(\mu mol/gFW) = 45.0 \frac{8^3}{8^3 + SoilMoisture^3} + \frac{SoilMoisture^2}{35.0}$$

(土壌水分<30%の範囲では、 $r=0.89$ 、 $p<10^{-3}$)。

式(4)

モデル化することで、植物種ごとの根底にある特性を予測に取り入れることが可能となる。特に土壌水分は河川の比高と関係が深く、土壌の粒径等の情報とおもにモデル化することが可能と考える。

河川の植生の多くは洪水によって種子を散布し種子が到達した場所の環境条件に応じて発芽率、越冬等の生存率が決まり、適した場合にコロニーを形成する。洪水での到達する高さ、つまり比高が決まることで土壌水分が決まり、植物種ごとのストレスと関係づけられることで、樹林化の進行過程もモデル化できることが示唆された。

以上

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計1件（うち査読付論文 1件／うち国際共著 1件／うちオープンアクセス 1件）

1. 著者名 TakashiAsaeda, Mizanur Rahman , LekkalaVamsi-Krishna , Jonas Schoelynck , Md Harun Rashid	4. 巻 13803
2. 論文標題 Measurement of foliar H2O2 concentration can be an indicator of riparian vegetation management	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Scientific Reports	6. 最初と最後の頁 12
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1038/s41598-022-17658-2	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 該当する

〔学会発表〕 計2件（うち招待講演 0件／うち国際学会 1件）

1. 発表者名 Takashi ASAEDA, Md Harun RASHID, Lekkala VAMSI KRISHA, Jonas SCHOELYNCK, Mizanur RAHMAN, Fumiko IMAMURA
2. 発表標題 A NEW METHOD TO IDENTIFY THE COLONIZATION LEVEL OF RIPARIAN VEGETATION SPECIES
3. 学会等名 5th International Conference "Water resources and wetlands"
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Takashi Asaeda
2. 発表標題 New method to identify the colonization level of riparian vegetation species
3. 学会等名 Water resources and wetlands (国際学会)
4. 発表年 2020年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 （ローマ字氏名） （研究者番号）	所属研究機関・部局・職 （機関番号）	備考
研究 分 担 者	浅枝 隆 (Asaeda Takashi) (40134332)	埼玉大学・理工学研究科・名誉教授 (12401)	

6．研究組織（つづき）

	氏名 （ローマ字氏名） （研究者番号）	所属研究機関・部局・職 （機関番号）	備考
研究 分 担 者	SETHI SIDDHANT (Sethi Siddhant) (90898959)	日本工営株式会社中央研究所・先端研究センター・研究員 (92103)	

7．科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8．本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------