

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成 25 年 4 月 1 日現在

機関番号： 10101

研究種目： 若手研究(A)

研究期間： 2010～2012

課題番号： 22688002

研究課題名(和文) 低酸素環境下における作物挙動と適応反応性に関する基礎的研究

 研究課題名(英文) Basic study on crop response and acclimation
for low oxygenic condition

研究代表者

実山 豊 (JITSUYAMA YUTAKA)

北海道大学・大学院農学研究院・講師

研究者番号: 90322841

研究成果の概要(和文)：ダイズの湿害は農業上重要な障害だが、その発生メカニズムには不明な点が多い。本研究では、水耕栽培法により過湿土壌の一樣態「低酸素」を人工的に再現し、経験的に圃場耐湿性が既知な多種ダイズ品種を1ヶ月間栽培、その反応性を詳細に調査した。その結果、低酸素反応性と圃場耐湿性とに密接な関係性を検出し、湿害発生の主な理由の1つが低酸素であることを確認した。更に圃場耐湿性が弱い品種の中には、低酸素環境によって葉面積や細根の減少、根における吸水能力の減衰などの特徴的な反応を見出した。

研究成果の概要(英文)：Soybean's wet injury is important obstacle in the production, however the mechanism has not been clear. In this study, 'low oxygenic condition' was made artificially as a model of wet soil with a hydroponic culture, various soybeans whose field-wet endurance were known, were studied on the response for low oxygen. As results, the relationship between the response and the wet endurance was detected, and concluded that one of the main factor for soybean's wet injury was low oxygen. And cultivar-specific response for low oxygen, as like the reduction of leaf area or fine root, and the decline of root water uptake were found out.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2010年度	7,400,000	2,520,000	9,920,000
2011年度	1,800,000	540,000	2,340,000
2012年度	2,000,000	600,000	2,600,000
総計	11,200,000	3,660,000	14,860,000

研究分野：農学

科研費の分科・細目：作物学・雑草学

キーワード：耐湿性・低酸素・水耕栽培・根域・湿害

1. 研究開始当初の背景

(1) 地球温暖化に伴う異常気象が問題視される中、水資源の地域的偏在が今後さらに変

化するものと予想されていた。わが国では、今後100年の間に、降水量が増加に傾くとの予測が立てられていた。

(2) 降雨量の増加は圃場における土壌湿度を上昇させる。土壌の過湿化は農業にとって深刻な影響を及ぼし、特に土壌過湿に弱いダイズやムギ、ソバの生産はダメージを被る。稲作調整に絡み水田転換畑での上記作物の生産が為されているが、水田土は降雨によって容易に過湿となり、そのダメージは甚大になりやすい。

(3) 植物の過湿ストレス耐性についての学際的知見は、乾燥・低温・塩などの環境ストレス耐性作物品種改良の第一線に比べ少ない。また、トウモロコシやムギ類においては、それらの近縁種を用いた湿害実験が既に展開しており、ダイズについての実生湿害については不明な点が多く残っていた。すなわち、ダイズの実生湿害に関する品種間差の解析や、湿害発生メカニズムの解明に関する情報が不足していた。

2. 研究の目的

(1) ダイズの圃場湿害の発生メカニズムについて、根域の低酸素環境に焦点を当て、解析する。圃場耐湿性が極端に異なる品種を用いて、低酸素ストレスの影響程度の品種間差異を明らかにする。

(2) 過去のダイズ圃場耐湿性試験には、その再現性の低さに難があった。本研究では、ダイズの圃場耐湿性を短時間で効率的・且つ簡易的にサーベイできる手法の開発も目的としている。

(3) 圃場における湿害発生と根域低酸素環境との因果関係について調査する。これにより、湿害発生メカニズムの解明を試みる。また、気温との関係も調査し、湿害が発生しやすい気候についても言及する。

(4) また、簡易サーベイ法によって見出した低酸素耐性品種については、耐湿性の高い育種母本として提案したい。これらの知見は、過剰水分環境に対して安定的な生産性を示すダイズ品種の作出に極めて有用である。

3. 研究の方法

(1) 過去の研究において圃場の耐湿性が既知のダイズ品種を用いて、植物体の根域のみに極度の低酸素状況を作成できるサーベイ装置で栽培し、低酸素に対する反応性と圃場耐湿性との比較した。

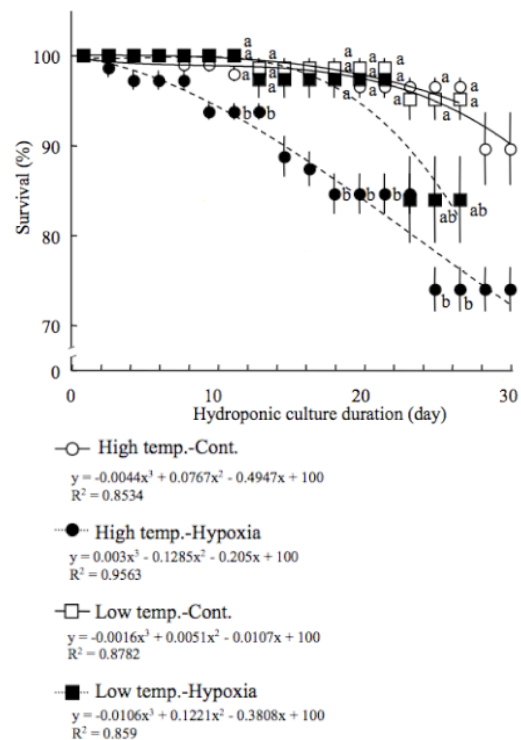
(2) 根域低酸素ストレスに対する植物体の反応を、各部のバイオマス変化はもとより、葉（葉面積・葉厚度・緑度等）、根（根長・根径・根端数等）など各器官の形質を測定した。

(3) 根域低酸素ストレスに起因する根通導コンダクタンスの変化を調べるために、自作プレッシャーチャンバーによって根の通導抵抗を調べた。

4. 研究成果

(1) 低酸素ストレス負荷をダイズ根域にかけながら栽培する方法として、水耕栽培システムが利用できることを見出した。水耕溶液から酸素を除去する手法として、10%亜硫酸ナトリウム溶液、脱酸素剤、エアレーションの有無等試行錯誤の末、窒素ガス封入（低酸素区）とエアレーション（対照区）の併用が適しているとの結論に至った。

(2) 低酸素ストレスを負荷したダイズ植物体への反応性の1つに、急激な萎凋症状が見出され、発症程度は気温が高いほど著しかった。また、発症が激しかった品種は、圃場耐湿性が弱い品種である傾向が示された。



上図：サーベイ中のダイズ個体生存率推移。縦軸：個体の生存率。横軸：時間。

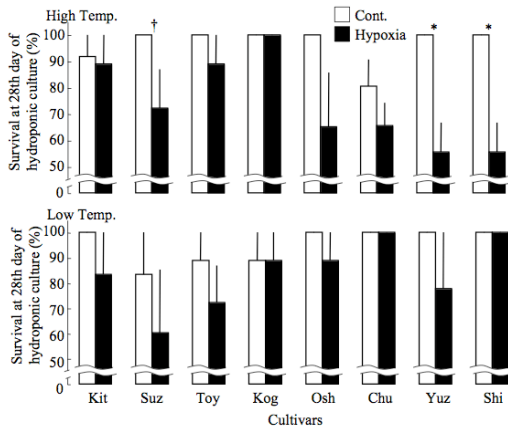
Hypoxia: 低酸素区、Cont. : 対照区

下図: 各品種別にみたダイズ個体生存率の低酸素処理間比較。

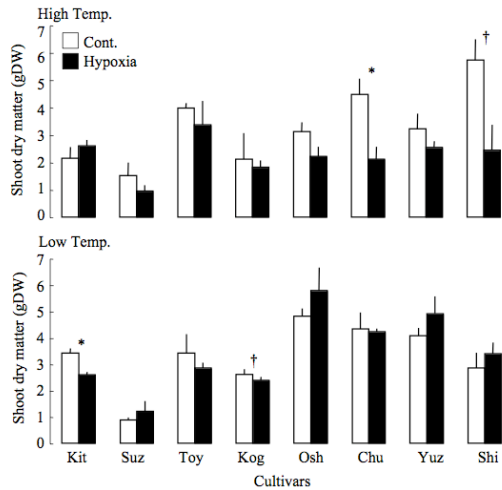
Yuz (ユウヅル)、Shi (白鶴の子) は圃場耐湿性が感受性の品種。

High temp は高温処理 (平均約 27°C)、

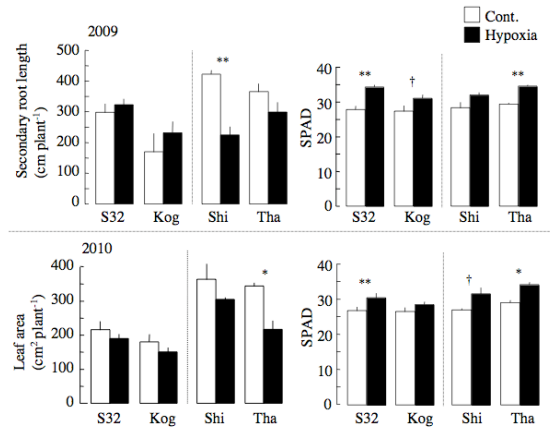
Low temp は低温処理 (平均約 18°C) を示す。



(3) 低酸素ストレスを負荷したダイズ植物体への反応性のもう 1 つは、バイオマスの減少があり、圃場耐湿性が感受性の品種でその傾向が顕著にみられ、着莢時期まで栽培すると、莢乾物重を含めた地上部乾物重にその傾向は現れた (下図)。



(4) 低酸素ストレスを負荷したダイズ植物体への反応性について、根形質についても調査した結果、年次 (年次間差の主要因は気温だった) によって低酸素の影響が出やすい測定形質が異なることが明らかになった (右図)。また、葉の緑度については、低酸素ストレスによっておしなべて濃くなるという特徴がみられた。



上図: 2009 年 (平均約 27°C)、2010 年 (平均約 23°C)。

S32: 植系 32 号および Kog: コガネジロの 2 品種は、圃場耐湿性強の品種。

Shi: 白鶴の子および Tha: トヨハルカの 2 品種は、圃場耐湿性弱の品種。

(5) 低酸素ストレスを負荷したダイズ植物体では、圃場耐湿性弱の品種に根の通導抵抗の低下が認められ、この事が低酸素ストレスによるバイオマス減少に影響をしていると結論づけた。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

〔雑誌論文〕 (計 1 件)

Yutaka Jitsuyama

Responses of Japanese Soybeans to Hypoxic Condition at Rhizosphere were Different Depending upon Cultivars and Ambient Temperatures.

American Journal of Plant Sciences.

印刷中, 2013 年 6 月

〔学会発表〕 (計 2 件)

① 実山豊 2011 低酸素水耕栽培におけるダイズ生育の品種間差異-環境変動下での形態反応変化について-

日本作物学会 231回講演会 (東京)

東京農業大学農学部

2011年3月30・31日

(東日本大震災後の状況に鑑みて中止. 講演要旨・資料集の配布をもって、みなし開催とした)

日本作物学会紀事 81 (別 1) : 382-383.

② 実山豊 2010 低酸素水耕栽培における
ダイズ生育の品種間差異 -栄養成長初期に
おける地上部及び根部反応性-
日本作物学会 229回講演会 (栃木)
宇都宮大学農学部
2010年3月30・31日
日本作物学会紀事 79 (別 1) : 302-303.

[図書] (計 0 件)

[産業財産権]

○出願状況 (計 0 件)

○取得状況 (計 0 件)

[その他]

ホームページ等 : なし

6. 研究組織

(1) 研究代表者

実山 豊 (JITSUYAMA YUTAKA)

北海道大学・大学院農学研究院・講師

研究者番号 : 90322841

(2) 研究分担者 : なし

(3) 連携研究者 : なし