HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	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
Author(s)	実山, 豊
Citation	日本作物學會紀事. 別号, 80(1), 382-383
Issue Date	2017-02-21
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/64550
Type	journal article
File Information	JJCS Extra issue80-1_382-383.pdf

Hokkaido University Collection of Scholarly and Academic Papers : HUSCAP

P-65

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-

実山　豊
（北海道大学　大学院農学研究院）

Difference in Growth of Soybean Varieties at Hydroponic-culture with Low Oxygen Level
- Changes of Morphological Response under Environmental Differences -

Yutaka Jitsuyama
(Research Faculty of Agriculture, Hokkaido University)

作物栽培をする上での湿害発生条件の一つに土壌環境の低酸素化が挙げられる。本研究は，ダイズ実生の湿害発生機構を調査する目的で、低酸素条件を負荷した水耕溶液にて12品種のダイズを栽培し（根粒非存在下）、栄養成長初期における植物体の地上部・根部形態形質の低酸素反応性について2カ年調査した。

材料及び方法　本実験は2009年及び2010年の夏期に、北海道大学 農学部 世代短縮温室内で行った。供試材料には、第1表に示す12のダイズ品種を用いた。種子に十分吸水させ、子葉展開時に水耕栽培へ移行した。VCの生育段階にまで10 L/minの送気下で水耕馴化し、その後低酸素負荷が可能な水耕ポットに移植後、V2期までの2週間、水耕栽培した（負荷試験）。負荷試験で用いた水耕溶液及び三層水耕ポットは前報（実山, 2009）に準じた。ポットは、対照区（最外層に何も入れず，送気有り）及び低酸素区（最外層に脱酸素剤（サンソレスSA-1000, 博洋）を入れ，送気無し）の2処理区を設けた。室内気温・相対湿度はおんどとり（TR-72W, T&D）で、日積算日射量はウェザーバケット（TA-WL-2S, SEC）で経時記録した。水耕溶液の溶存酸素濃度は、溶存酸素計（DO-5509, Lutron）で測定した。また処理終了時の検体について、前報（実山, 2009）に準ずる形態形質について調査した。葉面積は自動葉面積計（AAM-9, 林電工）で、葉緑度はSPAD計（SPAD-502, KONICA MINOLTA Japan）で、各根部形質はWin Rhizo（Regent Instruments）で測定し、各バイオマス形質については、80℃の通風乾燥機で3日間以上乾燥後に秤量した。実験デザインは3反復の分割区法とし（主区：処理, 副区：品種, 4個体平均を1反復の値とした）、分散分析（Combined Analysis; McIntosh, 1983）など全ての統計処理はSPSS（ver. 17.0, IBM SPSS Japan）を用いて行った。

結果及び考察　第2表に両試験年次における気温、相対湿度、日積算日射量および水耕溶液中の溶存酸素量を示した。両年ともに、低酸素区の溶存酸素濃度は対照区を有意に下回り、三分の一以下であった。両年の積算日射量は変化がなかったが、気温で有意な年次間差がみられ2009年で有意に高かった。そして、恐らくは気温の影響で、対照区における溶存酸素濃度は、2010年に比べて2009年で有意に低かった。

ダイズの各種形態形質について、影響因子に年次を含めて分散分析を行った結果、年次の影響が有意な形質が数多く認められた（データ略）。そこで次に試験年次別に、各形質に及ぼす低酸素負荷処理または品種の影響について調査した（第3表）。その結果、処理の影響または処理×品種の交互作用に有意性が認められた形質が、2009年では根部形質に多くみられたのに対し、2010年では地上部形質に偏った。

試験年による低酸素負荷処理が及ぼす形質種の変化について更に解析を進めるため、処理の影響が有意だった形質での処理間比（低酸素区/対照区）を用い、試験年次別で主成分分析を行った（第3表）。両年ともに2主成分が抽出され、2009年では二次根長が、2010年では葉面積が、寄与率がより高い第1主成分の中でも最も因子負荷量が大きい形質として検出された。これら2形質は、圃場耐湿性「弱」品種では低酸素負荷処理で低下する傾向だったのに対し、圃場耐湿性「強」品種では処理の影響は認められなかった（第1図）。

以上の結果から、試験期間中の気温、またはそれに伴う対照区での溶存酸素量が、低酸素負荷処理に対するダイズ実生の反応性を変動させうる可能性が示唆された。ただし、耐湿性が弱いとされる一部品種では、低酸素負荷時に細根の矮化や葉面積の縮小等の形態反応が共通してみられ、前報に続き、ダイズの低酸素反応性と耐湿性との関連性が確認された。

引用
実山 豊 2009 低酸素水耕栽培におけるダイズ生育の品種間差異 -栄養成長期初期における地上部及び根部反応性-. 日作紀 79(別1) : 302-303.
McIntosh, M.S. 1983 Analysis of Combined Experiments. Agron. J., 75: 153-155.

P-65

第1表 本試験で供試したダイズ12品種・系統

品種名	早晩性	圃場耐湿性
ハヤヒカリ	中の早	−
コガネジロ	中	強[1]
植系32号	中	強[2]
トヨホマレ	中	強[3]
トヨハルカ	中	弱[3]
トヨムスメ	中	中[3]
中生光黒	中の晩	やや強[1]
タチナガハ	晩の早	−
エンレイ	晩	−
伊豫ダイズ	晩	−
ユウヅル	晩	弱[1]
白鶴の子	極晩	弱[1]

品種は、早晩性の順に上から配列した。
[1]松川ら 1983 北海道立農試集報 49:32-40.
[2]鴻坂ら 2010 育種学研究 12(別1)：189.
[3]北海道立中央農試・作物研究部・畑作科 2009 成績概要書

第2表 各試験年における気温、相対湿度、日積算日射量および水耕溶液中の溶存酸素量

試験年	気温[1] ℃	相対湿度[1] %	日積算日射量[2] MJ m^{-2}	溶存酸素濃度[3] mg L^{-1} 対照区	低酸素区	
2009年	27.0 (1.2)	53.9 (3.4)	17.0 (1.9)	6.16 (0.14)	1.81 (0.11)	***
2010年	23.7 (0.6)	65.0 (3.4)	14.0 (1.9)	6.93 (0.20)	1.84 (0.25)	***
	*	*	ns	**	ns	

括弧内の数値は各数値の標準誤差を示す（n=14）。
右端***は、対照区と低酸素区の溶存酸素濃度が0.1%水準の有意確率で異なる事を示す。
**または*は、t検定にて、2009年と2010年の値が、1%または5%水準の有意確率で異なる事を示し、nsは差異が有意でない事を示す。
[1]気温および相対湿度は1時間おきの測定値で日平均値を算出、試験期間で平均化した。
[2]日積算日射量は、1時間おきの測定値で日積算値を算出、試験期間で平均化した。
[3]溶存酸素量は、各処理3点の朝9時における測定値を用いて処理平均値を算出、試験期間で平均化した。

第3表 地上部・根部の各形態形質に及ぼす低酸素負荷処理と品種の影響を示す試験年次別の分散分析表（有意性のみ）

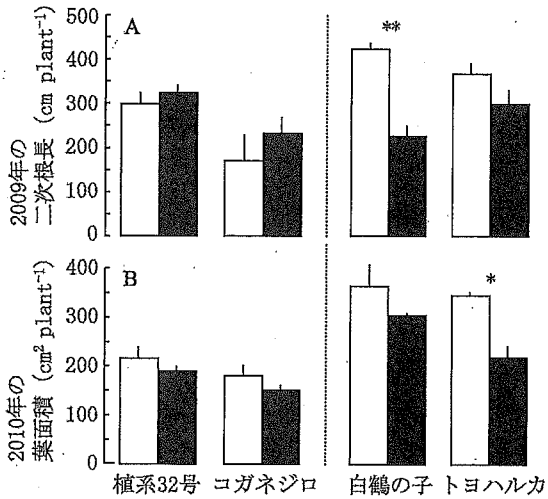
試験年	地上部形質 df	葉面積	葉厚度	葉緑度	展開葉数	茎乾物重	根部形質 平均根径[1]	根端数	分枝数	一次根長[2]	二次根長[2]
2009年											
処理(T)	1	ns	**	**	ns	ns	***	**	ns	†	ns
品種(C)	11	***	ns	***	***	***	***	***	***	***	***
T×C	11	ns	ns	ns	ns	ns	*	**	**	†	*
2010年											
処理(T)	1	**	**	**	***	*	ns	ns	ns	*	ns
品種(C)	11	***	***	***	***	***	***	**	***	***	***
T×C	11	ns	*	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

***、**、*または†は、処理または品種、もしくはそれらの交互作用が、0.1%、1%、5%または10%水準で有意に影響している事を示す。また、nsは影響が有意でない事を示す（n=3）。
表には、低酸素負荷処理の影響が有意に強く現れた測定形質、すなわち、両年いずれかで、処理または処理×品種に0.1〜5%水準で有意性が示された形質のみ示した。尚、地上部乾物重、地上部/根部比、根乾物重、全根長、全根体積に関してはこれらの制限に該当しなかった。
[1]平均根径については、Win Rhizoでスキャンした一株全ての根についての径を平均化した。
[2]2種類の根長については、φ0.75mm〜1.05mmを一次根長の代表値として、φ0〜0.45mmを二次根長の代表値として、根径別に算出した。

第4表 試験年次別の主成分分析による各形質の因子負荷量を示した成分行列

2009年 形質[1]	主成分 第1	第2	2010年 形質[1]	主成分 第1	第2
二次根長	0.968	−0.161	葉面積	0.909	−0.160
根分枝数	0.921	0.053	一次根長	0.903	−0.050
根端数	0.879	0.287	茎乾物重	0.849	−0.018
葉緑度	0.171	0.942	展開葉数	0.744	−0.041
葉厚度	−0.435	0.226	葉厚度	0.280	0.842
平均根径	−0.817	0.256	葉緑度	2.16E-05	0.897
寄与率[2]	57.4%	18.6%	寄与率[2]	49.9%	25.7%
固有値	3.44	1.11	固有値	3.00	1.54

因子抽出には、相関行列を使用した主成分分析を用い、元値は「低酸素区の値/対照区の値」で表される処理間比の値とした。
[1]各形質は、各年ともに第1主成分の因子負荷量が大きいものから順に上から配列した。
[2]各主成分の累積寄与率は、2009年：76.0%、2010年：75.6%。



第1図 圃場耐湿性が著しく異なるダイズ4品種における2009年の二次根長（A）及び2010年の葉面積（B）
□：対照区 ■：低酸素区。図中の垂直のバーは標準誤差を示す。
**または*は、t検定にて1%または5%水準で処理間差がある事を示す。左2品種：圃場耐湿性「強」、右2品種：圃場耐湿性「弱」。