

機関番号：12601

研究種目：若手 (B)

研究期間：2008～2009

課題番号：20780017

研究課題名 (和文) レタスの球形を決めるQTLの検索

研究課題名 (英文) Quantitative trait loci controlling leaf morphological characteristics in lettuce

研究代表者

李 温裕 (LEE ONEW)

東京大学・大学院農学生命科学研究科・助教

研究者番号：10447360

研究成果の概要 (和文)：

レタス (*Lactuca sativa* L.) の栽培種は結球の程度や葉の形によって分類され、市場での商品価値を決める重要な要因でもある。本研究では、レタスの葉形の構成要素、葉の立ち上がりの角度に関する QTL を検出することを目的とした。‘チマサンチュー’ (茎レタス、非結球性) と ‘レッドファイア’ (リーフレタス、半結球性) の交配に由来する F₅ 集団を用いて QTL 解析を行った結果、第1連鎖群上で葉長、中肋の幅、葉の立ち上がり角度、葉形比に関する QTL がクラスターとして存在した。このことから、結球に関係すると考えられる葉の立ち上がり角度と葉長、中肋の幅、葉形比との間に密接な関連があることが示唆された。

研究成果の概要 (英文)：

The cultivated lettuce (*Lactuca sativa*) are classified based on morphological characteristics such as head formation, leaf margin and leaf length/width ratio, which affect the market price of product and are quantitative traits with continuous phenotypic ranges. F₅ population was derived from a cross between two cultivars, ‘Chimasanchu’ (green stem lettuce) and ‘Redfire’ (red leaf lettuce) was used to QTL analysis. In LG 1, the QTL for leaf angle co-located with QTLs for leaf length, midrib width and leaf length/width ratio, while in LG8, the QTL for leaf length was co-located with a leaf length/width ratio QTL. This may represent the pleiotropic effects of a single gene or cluster of genes regulates these traits.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2008年度	1,700,000	510,000	2,210,000
2009年度	1,600,000	480,000	2,080,000
年度			
年度			
年度			
総計	3,300,000	990,000	4,290,000

研究分野：農学

科研費の分科・細目：園芸学・造園学

キーワード：レタス、QTL解析、結球、葉形、葉色

1. 研究開始当初の背景

レタス (*Lactuca sativa* L.) は成熟した植物体の形から次の5つの種類に分けられる。栽培面積がもっとも大きく、外葉が内側へ巻かれて内葉が完全に閉じ込められる完全結球タイプ (crisphead type)、外葉が内側へ巻かれるが内葉が緩く緊まった形の半結球タイプ (butterhead type)、同じ大きさの楕円形の葉が密に重なりコーンのような細長い球を形成する cos lettuce type、球を形成せずにカールした葉が外側の方へ展開する leaf lettuce type、そして球を形成せず早期から伸長しはじめた茎に楕円形の葉が付着する stem lettuce type である。このように球の結球程度や葉の形はレタスの分類上の大きな特徴であり、市場での商品価値を決める重要な要因でもある。

一方、異常球や抽台のような形質は、表現型の分布が連続的で多数の遺伝子が関与する量的形質 (Quantitative Trait) であり、環境条件によってその発現が変動するため、通常の連鎖分析では解析が困難であったため、その原因の解析が遅れていた。

2. 研究の目的

レタスの球の形成や葉の生育を制御する量的形質遺伝子座を QTL 解析法により明らかにすることを目的とする。

3. 研究の方法

(1) 分離集団の育成及び連鎖地図の作製、(2) 葉形、葉の角度及び葉色について形質評価、(3) 球形の遺伝的制御機構に関与する QTL を検出し、異なる温度条件下で検出した QTL を比較、遺伝子型×環境交互作用について調べることにする。

4. 研究成果

(1) ‘チマサンチュー’ × ‘レッドファイ

ヤー’ 組み換え近交系 (RIL) の育成

2008 年に栽培種である ‘チマサンチュー’ (茎レタス、非結球性) と ‘レッドファイヤー’ (リーフレタス、半結球性) の交配に由来する F₃ 集団 182 系統を自家受粉させた後、順次採種を行い、2009 年に F₄ 集団及び F₅ 集団を育成した。

(2) 連鎖地図の作製

連鎖地図の作製のため、DNA マーカー (EST マーカー 321 個と SSR マーカー 56 個) を用いて親間で多型を調査した。EST マーカー 321 個中 34 個、SSR マーカー 56 個中 15 個、合計 377 個中 49 個のマーカーで多型が見られた。ここで得られた遺伝情報を元に、Mapmaker ver3.0. を用いて連鎖地図を作製した結果、連鎖地図は全長 732cM、マーカー間の平均距離 20.3cM であった。

(3) レタスの葉形と葉の角度を制御する QTL の解析

播種後 50 日目に、葉長、葉幅、葉の中肋の高さ、葉の中肋の幅、葉縁の波打ち程度、葉形、葉数、葉の立ち上がり角度、葉の着色程度、葉の斑点 (スポット) の有無の 10 の形質について調査を行った。調査後、葉長と葉幅の比 (葉形比)、葉の中肋の高さと幅の比を計算し、これらを加えた合計 12 の形質について解析を行った。12 形質のうち、葉形と葉の着色程度、葉の斑点の有無を除く 9 形質は連続分布を示した。葉長と葉形比、葉幅と葉形、葉幅と葉縁の波打ち程度、葉幅と葉形比、葉形と葉形比、葉形と葉の立ち上がり角度、葉の立ち上がり角度と葉形比、葉の着色程度と葉の斑点の有無の間でそれぞれ相関係数 0.600 以上の高い相関が見られた。QTL Cartographer 2.0 を用いて複合区間マッピング

グ法で QTL 解析を行ったところ、7 つの形質について合計 10 の QTL が検出された。

(4) レタスの葉形及び葉色に関する主成分分析及び QTL 解析

播種後 30 日目に展開した葉の枚数、最も大きい葉の面積、形および色を測定した。葉を広げた状態で真上からデジタルカメラで撮影し、その画像から葉の形と面積を SHAPE Ver.1.3 (Iwata and Ukai, 2002)により解析した。葉の形について主成分分析を行い、葉の形を決定する主成分スコアを得た。葉の形について主成分分析を行った結果、第 1、第 2、第 3、第 4 主成分の寄与率は、それぞれ 37.6%、21.4%、15.9%、4.8%であり、第 4 主成分までで全変動の 80%以上を説明していた。第 1 主成分は葉の横縦比、第 2 主成分は葉身の幅、第 3 主成分は葉の重心、第 4 主成分は葉の中心の膨らみを評価していた。葉形の主成分スコアを用いて QTL 解析を行った結果、葉の横縦比を決める第 1 主成分の QTL が第 9 連鎖群のマーカーM4990 近傍に検出され、レッドファイヤーの対立遺伝子が葉の幅を広げる方向にはたらいていた。また、葉の中心の膨らみを決める第 4 主成分の QTL は、第 1 連鎖群のマーカーSML28 近傍で検出された。葉色については青～黄色の色彩を決める b 値の QTL が、第 1 連鎖群のマーカーLR0023 と、第 9 連鎖群のマーカーLE0360 の近傍に計 2 か所検出された。

以上、本研究の結果、葉の形に関する諸形質および葉の立ち上がりの角度に関する複数の QTL が見出された。特に、第 1 染色体上で葉長、中肋の幅、葉の立ち上がり角度、葉形比に関する QTL がクラスターとして存在したことから、結球に関係すると考えられる葉の立ち上がり角度と葉長、中肋の幅、葉形比

との間に密接な関連があることが示唆された。葉の形に関する QTL は、レッドファイヤーの対立遺伝子が葉身および葉柄の幅を増加させる方向に働いた。半結球性レタスでは葉の横縦比および葉柄の幅を増加することで葉が相互に抱合することが示唆された。

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 0 件)

〔学会発表〕(計 1 件)

1. Onew Lee, Shunsuke Miyake, Nobuo Sugiyama, Quantitative trait loci controlling leaf morphological characteristics in lettuce, International Horticultural Congress, August 26, 2010, Lisbon, Portugal

〔図書〕(計 0 件)

〔産業財産権〕

○出願状況 (計 0 件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
出願年月日：
国内外の別：

○取得状況 (計 0 件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
取得年月日：
国内外の別：

〔その他〕

ホームページ等

6. 研究組織

(1) 研究代表者

李 温裕 (LEE ONEW)

東京大学・大学院農学生命科学研究科・助教

研究者番号：10447360

(2)研究分担者
()

研究者番号：

(3)連携研究者
()

研究者番号：