

■研究課題名

オオムギ重要形質に関与する遺伝子の同定と育種への応用

■研究の目的

オオムギ遺伝子の高速マップベース単離法を開発し、ストレス耐性および醸造上の重要遺伝子の配列を解析するとともに、遺伝子配列の多型を用いて、オオムギの遺伝資源に存在する重要形質の変異を高効率に選抜し、さらに、醸造工程でオオムギのタンパク質を制御することによって、高品質の醸造製品の生産技術を開発する。また、イネとオオムギの相同性の高い領域を解析し、イネゲノム情報を最大限に活用した、オオムギのゲノム育種技術を開発する。

■研究項目・実施体制（◎は研究を総括する者（研究代表者））

- ①大量マップベース単離システムと育種システムの開発
（◎佐藤和広／岡山大学資源植物科学研究所）
- ②ストレス耐性遺伝子の単離と解析
（馬 建鋒／岡山大学資源植物科学研究所）
- ③醸造品質関連遺伝子の単離と解析
（木原 誠／サッポロビール株式会社バイオ研究開発部）



佐藤和広



木原 誠



馬 建鋒

■研究の内容・主要な成果

- ①オオムギの染色体3Hおよび5Hに座乗する600個のBACおよび5倍量の全ゲノムを配列解析するとともに、オオムギ完全長、イネゲノム等を活用したデータベースを作成し公開した。また、オオムギ育種に利用可能なSNPマーカーを大量に開発した。さらに、形質転換技術、組換え置換システムなど育種の基礎技術を開発した。
- ②オオムギのミネラル耐性遺伝子のうちアルミニウム耐性遺伝子を単離し、機能を解明するとともに、遺伝子の発現制御機構を明らかにした。また、アルミニウム耐性の中間母本を開発した。さらに、植物による土壌からの鉄の獲得および植物体内の輸送に関与する3つの遺伝子を単離するとともに機能を解析した。また、ケイ素の吸収と分配に関わる3つの遺伝子を同定し、オオムギにおけるケイ酸の吸収・集積機構を解明した。
- ③ビール醸造品質に関するオオムギのQTLを多数同定し、EST-SNPによる5H染色体の醸造遺伝子集積領域の高密度地図を作成した。また、醸造関連遺伝子を同定し、この遺伝子と強く連鎖する遺伝子マーカーを開発した。麦芽およびビールのTOF/MSを用いた発現解析によって、醸造に関わるオオムギの遺伝子を同定した。

■今後の展開方向・見込まれる波及効果

- ①ゲノムに関するデータベースの公開、また、ゲノムを網羅するDNAマーカー、中間母本、形質転換技術は、今後のオオムギのゲノム育種の実現に貢献する。
- ②酸性、鉄欠乏土壌に適応する品種開発が進展し、ケイ酸吸収能力を強化した品種の作出に寄与する。
- ③醸造品質選抜用DNAマーカーと醸造関連タンパクは、オオムギ育種および醸造工程での品質管理に寄与する。

■公表した主な特許・論文

- Sato, K. *et al.*, A high density transcript linkage map of barley derived from a single population. *Heredity* 103: 110-117 (2009)
- Mitani, N., Ma, J. F., *et al.* Identification and characterization of maize and barley Lsi-2-like silicon efflux transporters reveals a distinct silicon uptake system from that in rice. *Plant Cell* 21: 2133-2142 (2009)
- Chiba, Y., Ma, J. F., *et al.* HvLsi1 is a silicon influx transporter in barley. *Plant J.* 57: 810-818 (2009)
- Iimure, T., Kihara, M., Sato, K., *et al.* Construction of a novel beer proteome map and its use in beer quality control. *Food Chemistry* 118: 566-574 (2009)
- 特許番号4555970 アルミニウム耐性に関与する遺伝子、およびその利用. 国立大学法人岡山大学（馬・佐藤）

■研究成果の具体的図表

オオムギ重要形質に関する遺伝子の同定と育種への応用

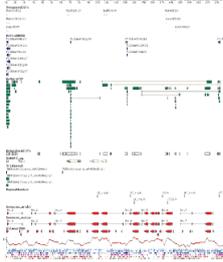
大量マップベース単離システム



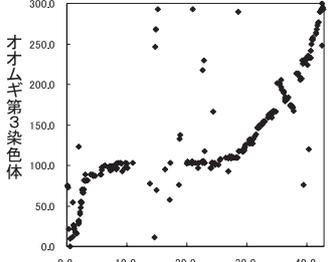
http://map.lab.nig.ac.jp:8085/cmmap/
遺伝地図(3千遺伝子)



http://150.46.168.145/gbrowse_v2/
ゲノム配列の公開

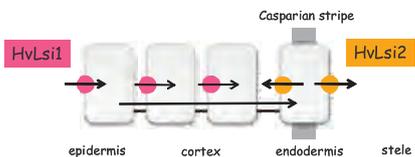


ゲノム配列の遺伝子予測



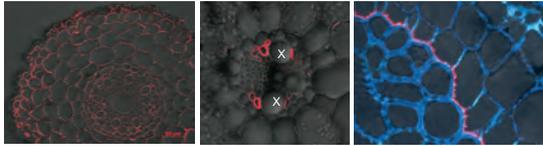
オオムギ第3染色体
イネ第1染色体
オオムギとイネのゲノム配列比較

ストレス耐性遺伝子の単離

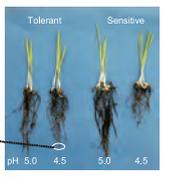


epidermis cortex endodermis stele

オオムギ根のケイ酸輸送体遺伝子HvLsi1とHvLsi2

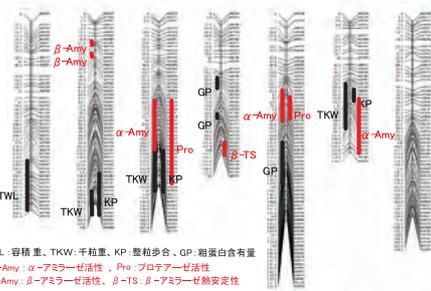


オオムギケイ酸輸送体遺伝子HvLsi6の根(左)、
葉身(中)および節(右)における細胞局在性



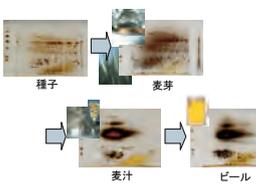
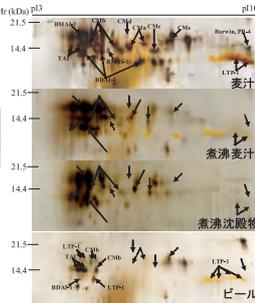

オオムギ根の伸長を害するアルミニウムを無毒化するクエン酸の輸送体遺伝子

醸造品質遺伝子の解析



TWL: 容積重、TKW: 千粒重、KP: 整粒歩合、GP: 糊蛋白含有量
 α -Amy: α -アミラーゼ活性、Pro: プロテアーゼ活性
 β -Amy: β -アミラーゼ活性、 β -TS: β -アミラーゼ熱安定性

醸造関連遺伝子の同定とDNAマーカー開発

醸造に伴うオオムギ種子の全タンパク質の変遷の
解明とその制御による育種、醸造工程管理

育種システムの開発



→単離Al耐性遺伝子



置換系統 置換親 耐性導入親



耐性遺伝子の形質転換



優良醸造品質母本の種苗登録

単離遺伝子を戻し交雑で置換した系統

新しいオオムギ育種技術の導入