

様式6-3

平成29年度 交付金プロジェクト研究課題 終了評価結果

課題名 : 有用遺伝子の特定に向けたスギ全ゲノム走査

主査氏名(所属) : 松本麻子(樹木分子遺伝研究領域)

担当部署 : 樹木分子遺伝研究領域、木材加工・特性研究領域、九州支所

参画機関 : 新潟大学、東京大学、千葉県農林総合研究センター森林研究所、熊本県林業研究指導所

研究期間 : 平成27~29年度

1. 目的

- 1) スギの充実したドラフトゲノム配列が得られ、それにより全ゲノム走査が可能となる。
スギ花粉症解決のための複数の雄性不稔遺伝子の特定ができるようになる。
- 2) スギの材質(含水率、ヤング率)や初期成長に関連する有用遺伝子の単離・特定ができる情報基盤が提供される。

2. 全期間における研究成果の概要

小課題1では第2世代および第3世代の新型DNA配列決定装置を利用して、それぞれスギゲノムの約10倍量および約6倍量の配列を新規に収集する計画であった。本課題では、現時点まで第2世代、第3世代(PacBio RS II)合わせてゲノムの14倍量の配列が収集できており、これにOxford Nanopore社のDNAシーケンサーMinIONからの超ロングリードの配列情報が加わるため、目標量を達成できると思われる。これらゲノム配列情報から雄性不稔原因遺伝子の候補配列を探索し、転写開始点などの遺伝子構造を予測してマーカー開発に有用な情報を提供した。

小課題2は、有用遺伝子の特定に向けて種々の有用形質を測定し、大量の遺伝マーカーを開発した上で、有用形質に関連する遺伝子の探索を行う計画だった。マーカー開発については、小課題1で得られたゲノム配列情報、ddRAD法やRNAシーケンスを基に10万を超えるSNPマーカーを開発し、基盤連鎖地図の充実を図った。有用形質の評価については、環境の異なる3地点で育成した12年生の交配家系を伐採し、成長(樹高、胸高直径)、丸太ヤング率、心材および辺材の含水率、容積密度、生枝下高を測定した。生枝下高を除く形質でクローン間差が認められ、量的形質として遺伝解析できることが明らかになった。さらに、丸太ヤング率、辺材の含水率、心材および辺材容積密度では有意な生育地間差があることが分かり、これらは環境の影響を受けて変動しうる形質であることが明らかになった。

質的形質である雄性不稔については、本課題で得られたゲノム情報により目的遺伝子から0.58cMの位置にマーカーが作成できた。この成果は今後の無花粉スギ育種等に使用可能であり、原因遺伝子の特定にも貢献する。クローン間差があった7形質については、関連遺伝子の探索のためにQTL解析を行ったところ、各形質において複数の連鎖群で生育地間共通のQTLが検出された一方で、生育地特有のQTLも検出された。このような結果となる原因の一つに生育環境の違いがあると推察された。検出されたQTL付近のマーカーが由来する配列情報から遺伝子を探索したところ、いくつかはマイクロフィブリル傾角や応力波伝播速度に関連する領域に該当したが、遺伝子の特定までには至らなかった。

3. 全年度の発表業績

UENO Saneyoshi(上野真義)、MORIGUCHI Yoshinari(森口喜成・新潟大学)、UCHIYAMA Kentaro(内山憲太郎)、UJINO-IHARA Tokuko(宇治野-伊原徳子)、MATSUMOTO Asako(松本麻子)、FUTAMURA Norihiro(二村典宏)、TSUMURA Yoshihiko(津村義彦・筑波大学) Sugi genome resources(スギゲノムリソース) ProCoGen final open conference、0-08 2015.11.

松本麻子、上野真義、藤原健、山下香菜、吉田貴紘、内山憲太郎、伊原徳子、二村典宏、金谷整一、酒井佳美、森口喜成(新潟大)、森英樹(筑波大)、津村義彦(筑波大)、草野僚一(熊本県北広域本部)、松井由佳里(熊本県天草広域本部) スギ幼齢個体におけるバイオマス関連形質のQTL解析育種学研究、19別冊1:14-15 2017.03.

藤原健、山下香菜、松本麻子、上野真義、松井由佳里(熊本県天草広域本部)、成沢知広(千葉県農林総合研究センター森林研究所)、遠藤良太(千葉県農林総合研究センター森林研究所)、草野遼一(熊本県庁)、津村義彦(筑波大学) スギ人工交配家系(YI家系)幼齢木における材質のばらつき 第

- 67 回日本木材学会大会研究発表要旨集、B17-04-1430 2017. 03.
- 金谷整一、酒井佳美、松井由佳里（熊本県）、高田琢也（熊本県林業研究指導所）、緒方久美子（熊本県林業研究指導所）、松永順、松永道雄、上野真義、松本麻子. 熊本県甲佐町に植栽したスギ人工交配家系 11 年生林の初期成長量 第 72 回九州森林学会大会、72:68 (育種:511) 2016. 11.
- MORIGUCHI Yoshinari (森口喜成・新潟大学)、UCHIYAMA Kentaro (内山憲太郎)、UENO Saneyoshi (上野真義)、UJINO-IHARA Tokuko (伊原徳子)、MATSUMOTO Asako (松本麻子)、IWAI Junji (岩井淳治・新潟県森林研究所)、MIYAJIMA Daisuke (宮嶋大介・新潟県森林研究所)、SAITO Maki (齋藤真己・富山県林業技術センター)、SATO Masaya (佐藤雅哉・新潟大学)、TSUMURA Yoshihiko (津村義彦・筑波大学) A high-density linkage map with 2,560 markers and its application for the localization of the male-sterile genes ms3 and ms4 in *Cryptomeria japonica* D. Don. (2,650 個のマーカーによるスギの高密度連鎖地図の構築と雄性不稔遺伝子 ms3 および ms4 の位置の特定への応用) *Tree Genetics & Genomes*, 12(3):57 2016. 06.
- 上野真義、内山憲太郎、松本麻子、齋藤真己（富山県）、津村義彦（筑波大）、戸塚聡子（新潟県）、岩井淳治（新潟県）、袴田哲司（静岡県）、森口喜成（新潟大）スギの ddRAD マーカーの開発 育種学研究(日本育種学会第 128 回講演会要旨集 2017. 03.
- 酒井佳美、金谷整一、松井由佳里（熊本県天草広域本部）、稲垣昌宏、松本麻子、熊本県甲佐町に植栽したスギ交配家系 11 年生林の地上部バイオマスの推定 第 72 回九州森林学会大会、706 2016. 11.
- 酒井佳美、金谷整一、松井由佳里（熊本県天草広域本部）、稲垣昌宏、松本麻子、熊本県甲佐町に植栽したスギ交配家系 11 年生林の地上部バイオマスの推定、九州森林研究、70:109-112 2017. 03.

4. 評価委員氏名（所属）

後藤 晋（東京大学大学院農学生命科学研究科）

5. 評価結果の概要

30 年にわたり自殖を繰り返して 95%以上のホモ化が進んだ材料を用い、さらに 2 種類のシーケンサーを組み合わせて精度の高いドラフトゲノムが得られ、3 地点で育成した個体の野外データが揃い、有用形質の QTL 解析ができたために目標は達成されたと考えられる。今後は、世界的にも高品質なスギのドラフトゲノムについて、研究成果を論文等で公表し、利用者が使いやすい形でデータを公開していく必要がある。また、課題 2 では、計画でのポンチ絵にある、「材質特性との関連を明らかにし、社会ニーズに則した種苗生産に活用し、林業再生に貢献する」ことができるように、データ効果と普及につなげるための工夫をお願いしたい。

6. 評価において指摘された事項への対応

スギのドラフトゲノムについては早い時期での論文公表を計画し、Forestgen へのデータの統合や東京大学との連携によるデータベースの構築などで、利用者が使いやすい形での公開を検討する。材質特性等有用形質については、幼齡材など未利材を燃料利用することに役立てるため、含水率などの遺伝性について解析するなどしてゲノム情報との関連性を探り、スギの新たな利用価値の創出を試みた。これらの成果については、有用形質の QTL 解析と環境の影響として、論文の準備が進行中である。また、材質の実測データについては研究資料などとして公表し、広く利用していただけるように準備中である。社会ニーズに則した種苗生産に活用し、林業再生に貢献することができるよう、形質がどの程度環境の影響を受けるかについての新たな知見を、現場で造林・育種に携わる方々が集まる場でも情報提供するとともに、広報誌などで一般にも情報発信する。