

【研究区分：先端的研究】

研究テーマ：漆科学基盤構築のための信頼性の高いウルシゲノム・トランスクリプトームの完全解読	
研究代表者：生物資源科学部生命環境学科（生命科学コース）准教授 菅裕	連絡先：hsuga@pu-hiroshima.ac.jp
共同研究者：大学院総合学術研究科 傳保聖太郎	
<p>【研究概要】</p> <p>漆は日本古来の塗料であるが、現在日本で使用されているものは9割以上が中国産である。文化庁からは、今後国産漆の比率を早急に高めていく目標が示されている。日本産漆の生産性や品質向上、また品種改良には、ゲノム情報が欠かせない。そこでウルシの標準品種「丹波一号」の全ゲノム配列解析、及び漆液合成経路を網羅的に調べるためのRNAseq解析を行った。その結果、全ウルシゲノムの解読、および漆液合成に関わる遺伝子の網羅的抽出、さらにそうした遺伝子のウルシ近縁種における挙動解明などの成果をあげることができた。</p>	

【研究内容・成果】

①ウルシ *Toxicodendron vernicifluum* のゲノム塩基配列決定

平成29年度の本学重点研究では、Illumina社の次世代シーケンサーのみを使用し、30GbaseのデータをSOAPdenovo2ソフトウェアでアセンブルすることにより、N50 = 214 kbという、ドラフトゲノムとしては十分な品質の配列を得た。今回はこれに加えて第3世代シーケンサーと呼ばれる超ロングリードデータを作成した。これらのデータをcanu, LoRDEC, DIMP（代表者が過去の重点研究で開発）などのソフトウェアを独自に組み合わせてアセンブルした。その結果、ゲノム配列の質を大幅に高めることに成功した（表1）。特にN50の値は、完成版ゲノムとして発表しても問題ないレベルを達成することができた。総塩基数についても、フローサイトメトリーによって得られていた480Mb（生命科学科・入船教授による）という値に近い数字が得られている。現在、代表者は、独自に開発したソフトウェア等を利用して、更に配列の質を高めることを試みている。

表1 解読したウルシゲノム配列の品質向上

	Scaffold数	総塩基数	最大 scaffold	N50
平成29年度	738,339*	612,309,169	2,918,691	213,841
本研究**	970	435,436,747	8,348,585	1,531,482

\*, 100 bp cutoff ; \*\*, 2020年6月時点。現在更なる品質向上を試みている。

②RNAseqデータ追加による発現解析の信頼性向上

ウルシの樹木の複数の組織から、時期を変えてサンプリングを行い、RNAseq解析を行うことで、「漆を作る遺伝子」を網羅的に抽出することができる。ただし、遺伝子発現解析の信頼性を担保するためには、少なくとも3回の繰り返し実験を異なる樹木に対して行い、統計的な検定を行うことが必要であった。今回これを行った結果、異なる樹木についても大きな発現の傾向は同一であること、および樹木間の遺伝子発現の「個性」は考えていたより大きいことなどが明らかになった（図1）。

③ウルシ近縁種との比較を通じた「漆進化学」創成に向けた解析

ウルシが漆を産出するという特性はいかにして進化してきたのか？漆を産生しないウルシの近縁種を解析することで、「漆進化学」とでも言うべき分野を新たに切り拓けるかもしれない。庄原キャンパス近郊に自生するヤマハゼ、ヤマウルシ、ヌルデ、カイノキの4種からRNAseq解析を行った。その結果、質の良い漆の産生に重要とされるある遺伝子の発現は、漆を産生しない近縁種においても、ウルシとよく似た挙動を示していた（図2）。このことは、漆を産生すると

## 【研究区分：先端的研究】

いう性質が、ウルシという種だけに起きた遺伝子の働きの変化によって起きたとは限らず、ウルシ科の樹木に元々広く備わっていた性質を利用して進化した可能性を示している。従来の常識を覆す結果であり、漆は出さないが樹液はたくさん出す近縁種から酵素のみを抽出するなど、今後の実用展開も期待される。なおこの解析は、本重点研究において行ったヌルデ等のデータと、他研究で行ったデータとを合わせて報告するものである。

### 【発表】

#### 学会・研究会等（招待講演）

1. 菅裕「漆合成経路解明に向けたウルシ *Toxicodendron vernicifluum* のゲノム解読」第21回西日本の漆を守る会 in 広島, 県立広島大学, 庄原, 2018年10月29日
2. 菅裕「ウルシのゲノム解読と広島漆の再興」令和元年度広島バイオフィオーラム～広島の次世代バイオ関連技術の開発と今～, サテライトキャンパスひろしま, 広島, 2019年11月13日

#### メディア報道

1. 新聞記事「栽培や DNA 庄原でウルシ探求」中国新聞 2018年10月30日  
[https://www.chugoku-np.co.jp/local/news/article.php?comment\\_id=469452](https://www.chugoku-np.co.jp/local/news/article.php?comment_id=469452)
2. 業界紙記事「広島産漆の復活へ」広島経済レポート 9月27日号 p11, 2018年9月27日

#### その他

ウルシゲノム関連のホームページを作成し、情報の発信に努めている。

[http://www.pu-hiroshima.ac.jp/p/hsuga/urushi\\_genome/default.html](http://www.pu-hiroshima.ac.jp/p/hsuga/urushi_genome/default.html)

現在、Google からウルシゲノムを検索するとまず本学のサイトが現れる。ウルシゲノムと言えば県立広島大学、という認識が築かれつつある。

### 【今後の展開】

成果発表を通じて、三島食品株式会社や県農技センターとの共同研究が始まっている。

進化学分野での外部資金獲得を目指している。更に学内の他教員との共同研究等を通じ、多様な品種のウルシゲノムの解読を進め、DNA バーコードによる品種保護や地元産漆のブランド化に注力したい。

### 【謝辞】

三次漆生産組合の武田浩嗣氏、摂南大学農学部の椎名隆教授、石崎陽子氏にサンプリングや核酸抽出作業で多大なご協力をいただいた。

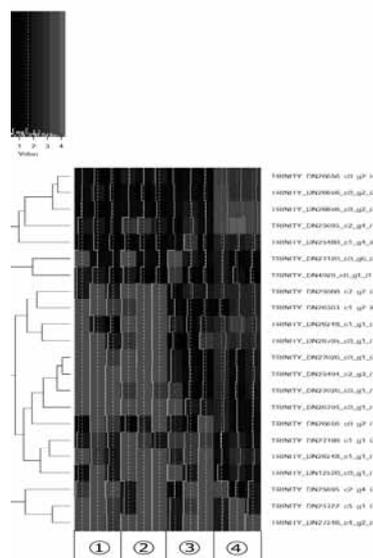


図1 RNAseq 解析の一部。3列ごとのグループで色がおおむねそろっているが、これは繰り返し実験の結果がほぼ一致していることを示す。

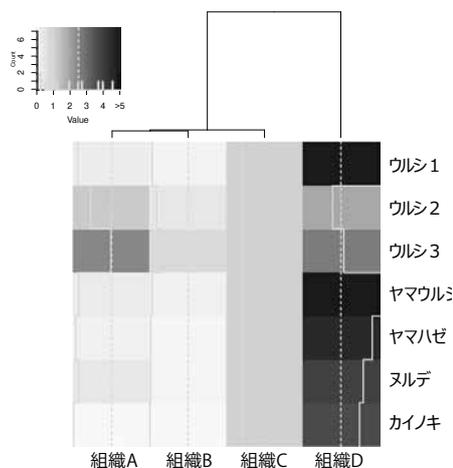


図2 ウルシ近縁種における RNAseq 解析の一例。漆の性質に重要とされるこの遺伝子は、ウルシだけでなくその近縁種でも、組織Dで発現が軒並み上昇していることがわかる。