

【話 題】

ラベル現地複製システム「ラベルふえる君」

松永 孝治^{*1}・武津 英太郎¹・竹田 宣明¹・福山 友博¹・大城 浩司¹・

澤村 高至¹・松永 順¹・濱本 光¹・平尾 知士²・小野 雅子²・

平岡 裕一郎²・佐藤 新一²・栗田 学²・渡辺 敦史³・高橋 誠²

要 旨

既存の比較的安価な機材とソフトウェアを組み合わせ、林木の種苗の増殖・配布における材料管理システム（ラベルふえる君）を考案した。本システムの利用により原種園、採種圃園において母樹に取り付けられたラベルを現地で複製することにより、苗木の増殖・配布の過程で生じる系統・個体の取り違いと系統名等の誤記入の発生リスクを最小限に抑制できると考えられる。また苗木の養成過程における作業管理、発送・入荷の在庫管理においてQRコードを利用した効率的な管理が可能になる。本システムは国立研究開発法人森林総合研究所林木育種センターが開発中の林木育種統合データベースの「個体コード」に基づく材料管理を想定しているが、県等の他機関と個体識別コードの共有化を図ることができれば、高精度な系統管理に資する材料管理を複数機関に拡張できるだろう。本システムは様々な改良の余地があるが、ここでは現在までに構築したシステムの紹介と九州育種場におけるシステム導入の取り組みを報告する。

はじめに

国立研究開発法人森林総合研究所林木育種センター（以下、育種センター）の主な業務は林木の新

品種の開発と普及、遺伝資源の収集・保存・配布事業とそれらに伴う研究である。これらの業務の実施には長期間にわたり厳密に材料を管理する必要がある。育種・遺伝資源業務で取り扱う材料の観点から育種センターの事業を整理すると、探索、収集、保存、評価（調査）、選抜（品種開発）、増殖、配布に分けることができる。育種センターはこれまでに収集・保存業務における材料管理を目的としたシステムとして「もばらべ」、保存・評価業務におけるシステムとして「樹木個体管理システム」を開発しており（小野ら 2012a; 2012b; 2013）、最終的には各業務に対応した個別の材料管理システムをリレーショナルなデータベースで統合する方向性を打ち出していた（渡辺敦史、未発表）。しかしながら、これまで増殖・配布業務に適した材料管理システムの開発には至っていない。現在、育種センターでは県等に配布する原種苗についてSSRマーカーによるクローン解析によって系統確認（鑑定）することにより、系統を管理している。増殖・配布業務におけるこの系統確認業務に毎年かなりの費用と労力を費やしており、業務の効率化のために、信頼における材料管理システムが求められている。ここではそれら増殖・配布業務における材料管理システムとして、比較的安価に導入できる、QRコードを基盤にして構築した「ラベルの現地複製システム（ラベルふえる君）」を考案したので紹介する（図-1）。

^{*}E-mail: makoji@affrc.go.jp

¹まつなが こうじ、ふかつ えいたろう、たけだ のぶあき、ふくやま ともひろ、おおき こうじ、さわむら たかし、まつなが じゅん、はまもと ひかる 森林総合研究所林木育種センター九州育種場

²ひらお ともり、おの まさこ、ひらおか ゆういちろう、さとう しんいち、くりた まなぶ、たかはしま こと 森林総合研究所林木育種センター

³わたなべ あつし 九州大学大学院農学研究院

遺伝資源・育種材料の流れ

探索 収集 保存 評価・調査 選抜 増殖 配布

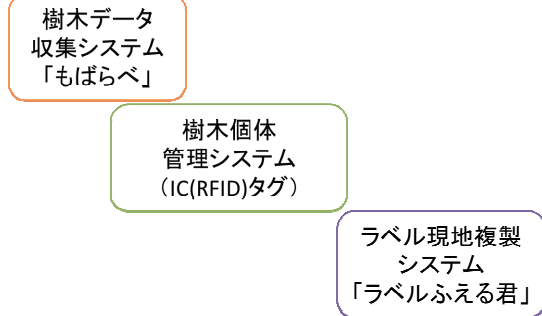


図-1 林木育種センターで開発中の材料管理システム

システム管理と材料管理について

本稿におけるメインテーマは、増殖・配布業務におけるシステム管理の高度化と効率化であり、「ラベルふえる君」はシステム管理の高精度化のためのシステムである。近年、システム管理のツールとして、SSRマーカーなどを用いたDNA分析による手法が大きな注目を浴びてきた。DNA分析の結果に基づくクローン解析の手法はシステム管理の精度を飛躍的に高めたが、一方、事業的規模で運用する場合、その大きなコストの負担が問題となる。システム管理の質を維持しつつ、運用コストを圧縮することが喫緊の課題であり、特に分析検体数がしばしば大きくなる増殖、配布の段階での対応が重要である。

「システム管理」システムという用語は、暗にいずれかの作業段階でDNA分析を行うシステムであることを連想させる。しかし、本システムは、事前にDNA分析により系統が確認された状況の中で、再分析を伴わずに、増殖段階、あるいは原種配布段階で高精度な苗木(材料)のシステム管理を指向するシステムである。そのことを明示的に示す意味で、「材料管理」という用語を用いる。

システム紹介

システムの目的 「ラベルふえる君」の目的は原種園、採種徳園、保存園などにおいて採取した穂、球果(種子)、花粉、試料を、系統の取り違えと誤記入なく管理して、増殖・配布することである。システム導入の前提として、個体を識別できる一意の番号等(個体ID)を各母樹に割り当てており、その番号がRFIDタ

グ(ICタグ)、あるいはバーコード(QRコード、一次元コード等)リーダで読み取れる形で各個体に設置してある必要がある(まだ母樹の個体識別ラベルを設置していない場合は、ふえる君によって新たにQRコードラベルを作成して、設置することができる)。

システムの構成 本システムは以下の3つの要素、1) 現地にすでに設置してある個体情報(個体ID)を正確に読み取る段階、2) 新たなラベルを作成するため、読み取り情報をもとに現地でデータベースを照合して、当該個体の情報を呼び出し、ラベル情報を編集する段階、3) 用途や状況に応じて、現地でラベル情報を新たなラベルとして印刷する段階、で構成される。母樹と採取物の対応を確実にするために、母樹に設置してあるラベルを現地で自動認識し、現地で当該個体の情報を編集し、現地で印刷して採取物に取り付ける構成にした。また、その後の育苗過程でラベルの取り違えが起こらないように、複製したラベルから、同一のラベルを現地で再複製できること、また耐環境性の高い素材のラベルを使用することで、ラベルを付け替える回数を減らしたことも本システムの特徴である。

ハードウェア・ソフトウェアの構成 ここで紹介するハードウェア・ソフトウェアは平成26年9月現在のものであり、今後より適切なハード・ソフトを見つけた場合はそれを取り入れ、改良していく予定である。現行のラベルふえる君のハードウェアは母樹ラベルの情報を読み込むバーコードリーダ、読み込んだデータを処理してラベル印刷命令を出すタブレット、およびラベルを印刷するラベルプリンタで構成されている(図-2)。

タブレットのOSはWindows® 8.1でデータベースソフトは表計算ソフトのMicrosoft®のExcel®あるいは

ハード・ソフトウェアの構成

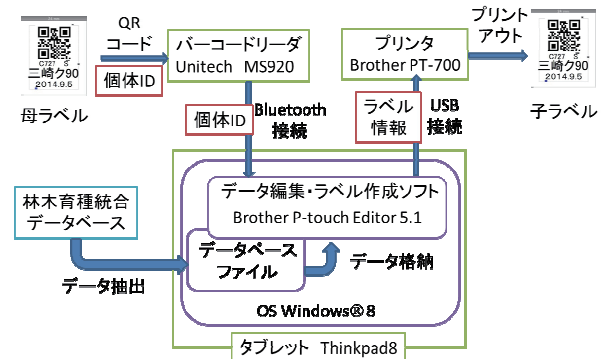


図-2 ハード・ソフトウェアの構成

Apache Open OfficeのCalc等を使用する。データベースファイルはxlsx、xls、csv、txt形式等で保存してあれば、システム上で利用できる。読み取った母樹ラベルの情報から対応個体を検索し、個体情報を編集して、印刷するソフトはブラザー社のP-touch Editor 5.1である。このソフトは自由なラベルレイアウトと各種バーコード作成が可能で、xlsxやcsv形式等のファイルをデータベースとして読み込み、ラベルの連続印刷や、対応レコードの検索も可能な優れたソフトである。また、最近のWindows®とMacOS®に対応しており、ブラザー社のラベルプリンタを購入すると無料で利用できる。バーコードリーダーはUnitech社のMS920を使用している。MS920はQRコードを読めること、Bluetooth接続が可能であることが魅力で、比較的小型軽量(約100 g)で読み取り性能もよい。タブレットはLenovoのThinkpad8を用いている(本体重量約400 g)。タブレットは周辺機器との接続と他のソフトウェアとの相性から、OSがWindows®で、Bluetoothに対応しており、少なくとも1つのUSB(マイクロUSBでもよい)ポートがある最近の機種というのが、現在のシステム構成上必要な条件である。ラベルプリンタはブラザー社のPT-P700を使用している。このラベルプリンタは単3電池6本で稼働するため、現場に携行することができる。電池を含む重量は1 kg弱である。また、熱転写方式によって、環境耐性のあるラミネートラベルを作成することができる。印刷速度と印刷の開始時に切り捨てるラベルの長さに改善の余地を感じるが、必要な条件は満たしている。最近同社よりPT-P750Wという新機種が発売されているが、これはPT-P700になかったハーフカット機能(ラベルのみに切り込みが入り、台紙は切断しないラベルカット方式)が搭載されているため、機種の変更を検討中である。PT-P700はUSB端子を持つので、マイクロUSBへの変換ケーブルを経てタブレットと有線接続している。

これらのハードウェア・ソフトウェアは十万円以下で揃えることが可能で、ランニングコストとして電気代、ラベルプリンタの電池代、ラベルテープ代が必要である。

データベースファイルの作成 データベースファイルはExcel等の表計算ソフトで簡単に作成することができる。最も簡易な様式としては個体IDと系統名の二つの情報を対応づけたものでよい。ラベルに付加的な情報を示したい場合は、データに新たな列を設けて情報を付加すればよい。たとえば、特定母樹であること、少花粉品種であることをラベルに記載したい

のであれば、新たな列に備考欄を設けてそれらの情報を付加しておき、ラベルのレイアウトを変えて表示させることができる。今回試作したラベルにはSSRマーカーによる母樹のジェノタイピングの判定結果を記述したかったため、データにSSRマーカーによる系統確認(鑑定)の結果を付加している。

育種センターでは現在、センター及び各育種場内の保存個体を一元管理するための林木育種統合データベースを構築中である。これは全ての植株個体に、各個体を識別できる個体コードを割り当て、これまでの事業の中で得られた様々な情報を互いにリンクした一つのデータベースとして扱えるようにする試みである。この林木育種統合データベースに用いている「個体コード」を「ラベルふえる君」の個体IDとしてQRコードに用いることで、データベース作成の二度手間を省きつつ、育種センター全体のデータ管理に対応した材料管理を行うことができる。そこで、現在、順次統合データベースへの個体登録を進めている。

ラベルの作成と母樹への取り付け ラベルのレイアウトは作成したデータベースファイルをP-touch Editor 5.1に読み込ませて行う。現在のラベルのレイアウトは暫定的な個体IDをQRコードとしてラベルに表示しており、またラベルを扱う人が目視で確認できるように、個体ID、系統名、母樹のジェノタイピング判定結果、ラベル複製日時を印刷している(図-3)。図-3ではジェノタイピング判定結果としてSと表示しているが、これはジェノタイピングの結果、系統が正しかったことを明示している。基本的にはS表示以外の材料が増殖されることはないが、遺伝的に調査済みであり、判定結果が正しい材料のみを増殖するという意識付けの観点から、あえてジェノタイピング判定結果を表示している。

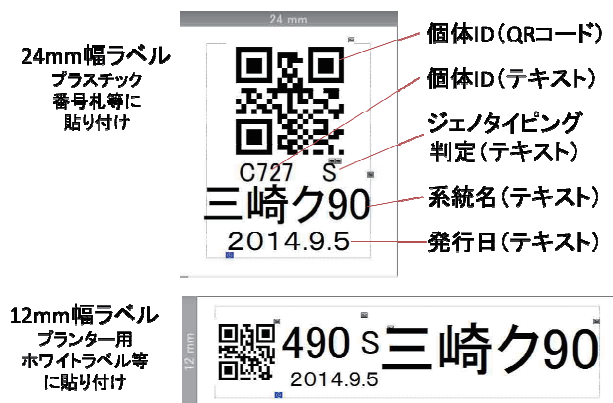


図-2 ラベルレイアウトの例

各母樹へのラベルの設置だが、国立研究開発法人林木育種センター九州育種場（以下、九州育種場）内にはすでに各個体にカード型RFIDタグが取り付けられている区域と個体のラベル表示を行っていない区域がある。カード型タグがすでに設置してある個体については、ラベルふえる君で作成したラベルをカード型タグに直接貼り付けることを計画している。一方、カード型タグを設置していない個体については、新たにラベル台紙を検討する必要がある。現段階では、安価なプラスチックプレートをラベル台紙とする案が有力だが、より良い選択肢がないか検討中である。

導入のメリット・デメリット

ラベルふえる君の導入メリット・デメリットをスギのつぎ木を例にして考えてみる。つぎ木にはいろいろな方法があるが、ここでは九州育種場で標準的に行われている方法について取り上げる。

通常、系統別につぎ木する場合、事前に系統名を印刷あるいは手書きしたラベルを作成する場合と現地で系統名をラベルに手書きする場合が考えられる。事前にラベルを作成する場合、作成するラベルに系統名を誤入力（記入）するリスクや手書きの場合は不正確な系統名を記入するリスクがある。また、現地において母樹とラベルを誤対応させるリスクがある。現地でラベルを手書きする場合、ラベルに系統名を誤記入するリスクや不正確な系統名を記入するリスクがある。

原種園等で荒穂を採取し、系統ごとに束ねた後、ラベルを取り付ける。採取した荒穂は穂作りの後、順次つぎ木する。この時、採穂時に作成したラベルをそのまま利用して、苗畑の系統表示に用いる場合と別途作成したラベルを各個体に取り付ける場合がある。これらの苗を養育した後、各機関へつぎ木苗を発送するが、系統ごとに1枚のラベルしかない場合は、各個体に別途作成したラベルを取り付けて発送する。この過程では採穂時に各系統につき1枚取り付けたラベルを、各系統の全個体に1枚ずつ取り付ける。ここでは誤ったラベルを作成するリスクと誤ったラベルを取り付けるリスクがある。

メリット 「ラベルふえる君」を導入するメリットは、現地の母樹や採取した穂に取り付けたラベルをそのまま現地で複製できることである。そのため、ラベルの取り付け間違いのリスクは最小限に抑制できると考えられる。また、事前に作成したデータベース

ファイルから各系統名を呼び出すため、データを改変しない限り、ラベルに誤った系統名が表示されることはない。また、ラベル上の個体ID（QRコード）をバーコードリーダでタブレットなどに読み込めるため、各種作業を終了した個体の記録、発送個体の記録・確認等が簡単に行えるであろう。「ラベルふえる君」の導入によって、材料管理の質が向上すれば、系統確認のためのDNA分析の検査数を減らし、無作為な抽出法に切り替えることができるかもしれない。

デメリット 「ラベルふえる君」を導入するデメリットは機材の導入と維持、ラベル作成と取り付け、およびその技術の習得に要する費用および労力がまず挙げられる。また、屋外での採穂作業等においてタブレット、バーコードリーダ、ラベルプリンタの一式を携帯しなければならないこと、ラベル作成・貼り付けを現地で行うため、現地での作業時間が長くなることもデメリットとなる。これらのデメリットの幾つかは今後のハードウェア・ソフトウェアの改良によって改善できると考えている。ハードウェアの小型化・高速化（特にラベル印刷における）、は現地作業の効率化につながる。また、現在のシステムはラベル作成ソフトP-touch Editor 5.1を編集・印刷ソフトとして流用しているが、機能を絞り込んだ専用のソフトウェアを開発して、操作画面を単純化することで、タブレットの誤操作を防ぎ、操作方法の習得に必要な労力を削減できるだろう。

今後の展開

現在、九州育種場ではプロジェクトチームを発足して、「ラベルふえる君」システムを場内で運用する試みを始めている。チームは育種技術専門役をリーダーとして、場内で材料の保存と増殖を担当する遺伝資源管理課、品種開発等を担当する育種課・育種研究室の職員が構成している。来春には九州育種場内において「ラベルふえる君」を部分的に運用して、実務上の問題点を抽出する計画である。本システムはいまだ開発中であり、ラベルのデザイン、耐久性試験に始まり、タブレット操作の簡略化、ラベル台紙の検討、RFIDタグとの連動等検討すべき事項が多数ある。これらの課題を一つずつ解決し、廉価でありながら、単純で合理的な、実務に耐えるシステムに改良していきたい。

謝 辞

本システムの開発は、九州育種場で事業研究の現場作業を進める中で材料管理上の問題点を解決するために始まりました。この場を借りて現場作業員の方々、非常勤職員の方々にお礼申し上げます。また、本システムの開発過程で北本浩九州育種場長、佐藤省治遺伝資源管理課長、倉本哲嗣育種課長、千吉良治研究室長をはじめとする九州育種場職員の方々には様々なご意見・ご助言を頂きました。この場を借りてお礼申し上げます。

引用文献

- 小野雅子 (2013) 林木育種におけるトレーサビリティシステムの開発. 林木育種情報 11 : 6-7
- 小野雅子・栗田祐子・渡辺敦史 (2012b) 適正な系統管理に向けたラベルシステムの高度化. 森林遺伝育種学会第1回大会発表要旨集 22
- 小野雅子・高橋 誠・渡辺敦史 (2012a) ICタグを利用した樹木個体管理システムの開発. 第123回日本森林学会大会学術講演集 PB030