

富山シャクヤクのブランド化推進事業 —実生産規模乾燥調製法の効率化に関する検討—

田村 隆幸, 東 一彦, 大江 勇, 寺崎 さち子, 川筋 透, 竹林 憲司, 高山 信幸, 米田 哲也,
小笠原 勝, 小木曾 英夫

Efficient processing method of *Paeonia lactiflora* Pallas for large-scale production

Takayuki TAMURA, Kazuhiko AZUMA, Isamu OE, Sachiko TERASAKI, Toru KAWASUJI,
Kenji TAKEBAYASHI, Nobuyuki TAKAYAMA, Tetsuya YONEDA, Masaru OGASAWARA, Hideo OGISO

要 約

これまでに、「富山シャクヤク」としてブランド化を図る品種「春の粧」を栽培する生産者が高品質シャクヤクを安定的に出荷するための乾燥調製法を確立した。今回は、さらに効率的な乾燥調製法に改良することを目指して、根を切断して乾燥する方法や、自然乾燥と機械乾燥を併用した方法で乾燥試験を実施した。平型乾燥機での乾燥において、根を長さ3cmにカットすることにより、生薬の品質（成分含量及び白色度）に影響なく乾燥効率を向上（乾燥期間は14日から12日に、乾燥機稼働日数は7日から6日に短縮）できることを明らかにした。自然乾燥と機械乾燥を併用した方法においては、乾燥サンプルの品質の同等性確認により、屋内自然条件下又はビニールハウスでの乾燥日数の目安と乾燥機での仕上げ乾燥条件を明らかにし、低コスト乾燥法を確立した。

Summary

We have established a processing method for farmers who aim to ship stably high quality peony root derived from "Haru-no-Yosooi which is a cultivar of *Paeonia lactiflora* selected for the brand of Toyama. In this study, aiming to improve to a more efficient method, we carried out a drying test to investigate the effect of cutting and to establish a method of using natural drying and mechanical drying together. As a result using flat-bed dryer, we clarified that the drying efficiency improved without affecting the quality (component content and whiteness) of the crude drug by cutting into a length 3 cm (drying period was shortened from 14 days to 12 days, and the dryer working days were shortened from 7 days to 6 days.) . As a result using natural drying, we revealed the indication of the days for drying and finishing drying conditions with dryer in indoor natural conditions or in vinyl house by confirming the quality equivalence of the dried samples, and we established low cost drying method.

キーワード：シャクヤク, 乾燥, 平型乾燥機, 高品質

Key words : Peony root, Drying, Flat-bed dryer, High quality

我々は、薬用植物指導センターで保有する230のシャクヤク園芸品種の中から薬用として高品質で、かつ切花生産も可能な品種を選定し、その栽培普及と利用促進により付加価値の高い「富山シャクヤク」のブランド化を推進するため、平成22年度から関連する研究を進めてきた。平成26年度までに、品種別の薬理試験及び成分分析、並びに栽培試験での生育及び病害調査の結果から、総合的に評価して優良な3品種を選抜した¹⁾。選抜の際には、新たに4年間栽培して得た生薬での薬効の再評価及び成分の再分析を実施し、品質の安定性及び再現性を確認している。選抜3品種のうち実用化が最も進んでいる「春の粧」について、出荷先予定企業から乾燥した生薬としての出荷を求められたことから、平成27年度からは、生産者が使用予定の

乾燥機を用いて目標とする高品質な生薬が実生産規模で調製加工できることを実証し、報告した²⁾。平成30年度からは、生産者による「春の粧」の栽培が開始されたことを契機に、乾燥期間の短縮やコスト削減が要望されるようになった。すでに実証した方法²⁾でも連続送風から断続送風に変更することにより、時間当たり乾燥処理量を向上させ燃料を削減できていたが、さらなる乾燥調製法の効率化に向けて検討を行ったので報告する。

実験方法

1. 乾燥試験

1-1. 材料

(1) シャクヤク試料

平成29年及び令和元年の各年10月から11月に、薬用植物指導センター（中新川郡上市町広野2732）で慣行法により4年間栽培したシャクヤク（品種名：「春の粧」及び「梵天」）の根を収穫し、試料とした。試料は、土付きの状態でもガラ袋（PP袋）に約20 kgずつ入れ、日陰となる屋外の土の上に並べ、その上にビニールシートを被せて乾燥を防止し、次の「(2) 貯蔵後の再選別」の実施まで約3ヶ月間貯蔵した。平成29年収穫の試料は「1-3. 乾燥機による乾燥」に、令和元年収穫の試料は「1-4. 自然乾燥と機械乾燥を併用した乾燥」に使用した。

(2) 貯蔵後の再選別

第17改正日本薬局方³⁾（以下、「日局17」という。）の医薬品各条「シャクヤク」における生薬の性状を参考に、概ね次の規格に適合するものを選別し、試験に供した。

- ・太さ 直径1.0 cm～3.0 cm
- ・長さ 7 cm～30 cm
- ・側根を分離し（股割り）、腐り、虫害、変色が認められるもの、皮の剥離の著しいもの（部分）、細根及び根茎部は除外する。

(3) 洗浄

選別後の試料は、回転式洗浄機（図1）を用いて水のみで洗浄した。試料の根皮は剥かなかった。

【回転式洗浄機の概要】

洗浄槽サイズ：幅120 cmの六角柱型（六角形の一边は40 cm）

回転数：約45 rpm

【洗浄の条件】

- ・洗浄1回当たりのシャクヤク重量：約20 kg
- ・予備洗浄：水に浸漬10分間



図1 回転式洗浄機

- ・洗浄時間：計1分30秒（30秒洗浄で水の入換え）

1-2. 根の切断による乾燥期間の短縮に係る検討

(1) 切断する長さ

乾燥期間の短縮を目的として、根を長さ3 cm又は6 cmにカットし、乾燥期間及び生薬の品質をカットしない場合と比較した。なお、切断する長さについて、出荷先予定企業との事前の協議により3 cm以上が要件であったが、切断面が褐変化する可能性及びカットする労力を考慮して6 cmでのカットも実施した。

(2) 切断する工程

切断した根の断面は湿度の高い条件下で褐変化するため、カットする工程の違いによる乾燥期間及び生薬の品質への影響を明らかにすることを目的として、洗浄後、乾燥前にカットする場合と、乾燥開始4日後（乾燥途中）にカットする場合で、比較した。

1-3. 乾燥機による乾燥

(1) 乾燥機

大紀産業(株)製 1坪型循環式平型乾燥機 HK-200-3.3C（図2）

乾燥槽は、幅1800 mm、奥行1800 mm、深さ500 mm（底板の位置調節を下段に設定）のサイズで、底板の多数の穴から温風が上方向に送風される。

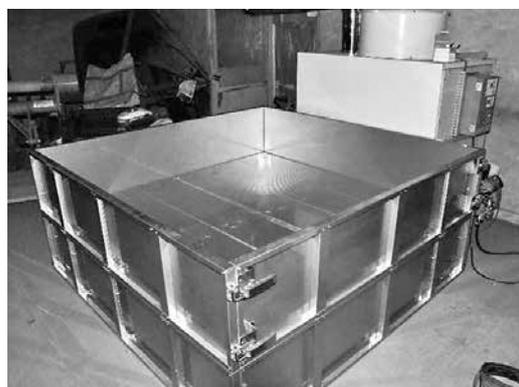


図2 試験に用いた平型乾燥機
（循環用の幌状シートを外した状態）

(2) 乾燥方法

既報²⁾において、目標とする品質を満たす生薬の調製加工が可能であることを実生産規模で実証した次の方法により乾燥した。

【乾燥槽への設置方法】

底面が網目の容器（外寸 幅×奥行×深さ：595×399×229 mm）に水洗済みのシャクヤク根を15 kgずつ入れ、この容器を乾燥槽内に1段当たり13個として2段に重ねて計26個を入れた。1回当たり

に乾燥できる生根は合計390 kgとなる。

【加温乾燥前の無加温送風】

平型乾燥機による1回当たりの乾燥処理量390 kgの洗浄に要する時間は7時間程度であり、洗浄当日の夕方から乾燥機を稼働できるが、根の表面の余分な水分の除去と、急激な乾燥による表面硬化を和らげることを目的として翌日の朝までの16時間は無加温で送風した。

【断続送風による乾燥】

無加温送風の後、乾燥機を下記の設定で稼働させた。基礎検討の結果⁴⁾から連続送風より断続送風の方が短い稼働日数で乾燥し、また、休止期間を利用して次ロットの乾燥も同時進行することを想定して、24時間の稼働につき同時間の休止を繰り返す断続送風乾燥とした。休止期間中は試料を乾燥機から取り出して室内で保管した。乾燥期間中は下記の要領で乾燥槽内の容器の位置を入れ換えた。

【乾燥機の設定条件】

- ・温度：30℃
- ・風量（インバーター設定値）：50 Hz
- ・循環機能（排気口ダンパー開閉度）：1（全開放）
- ・乾燥槽循環用の幌状シート：設置

【乾燥槽内の容器の入れ換え方法】

- ・48時間ごとに、①水平方向の位置、②上段、下段の位置を入れ換える。①は図3の規則に従う。
- ・①と②を同時に実施し、48時間ごとに同じ要領で入れ換えを繰り返す。
- ・位置の入れ換え時に、容器内のシャクヤクを混合する。

(3) 乾燥中の重量測定

乾燥機での乾燥期間中は容器ごとの重量を24時間ごとに測定した。また、乾燥槽内の容器の位置の違いによる乾燥の進行への影響の有無を確認した。

1-4. 自然乾燥と機械乾燥を併用した乾燥

(1) 根の切断

洗浄した「春の粧」の根を長さ3 cmにカットし、乾燥の経過及び得られた生薬の品質をカットしない場合と比較した。

(2) 自然乾燥

根を網皿に広げ、薬用植物指導センター送風乾燥室又はビニールハウスで、令和2年2月19日から40日間、乾燥した。乾燥期間中の温度及び湿度をデータロガー（株ティアンドデイ、RTR-507）で記録した。

(3) 乾燥機による仕上げ乾燥

自然乾燥の後、「1-3. 乾燥機による乾燥」に記載の平型乾燥機を用いて、30℃で6時間の温風乾燥を2回実施し、乾燥を完了した。ただし、屋内自然乾燥の「カット無」については、前述の仕上げ乾燥でも完了しなかったため、その後、除湿機を稼働した室内に保管して乾燥を完了した。

1-5. 乾燥完了の判定

日局17ではシャクヤクの乾燥減量は14.0%以下と規定されている。正式な乾燥減量の試験を実施するにはサンプリングした試料を粉末として6時間加熱乾燥する必要がある。乾燥現場では簡易に乾燥の完了を判定できる方法が必要である。そこで、別の乾燥サンプルを用いた検討により、木材用水分計（RiXEN社製M70-D）で13%以下であれば要件を十分に満たしたことから、これを乾燥完了の目安とした。なお、平成26年度から毎年実施している乾燥試験における乾燥完了時の乾燥歩留りは、「春の粧」では約45%、「梵天」では約50%である。

また、乾燥完了直前の状態から乾燥完了に達するまでは、乾燥機では燃料の浪費が大きいことから、除湿

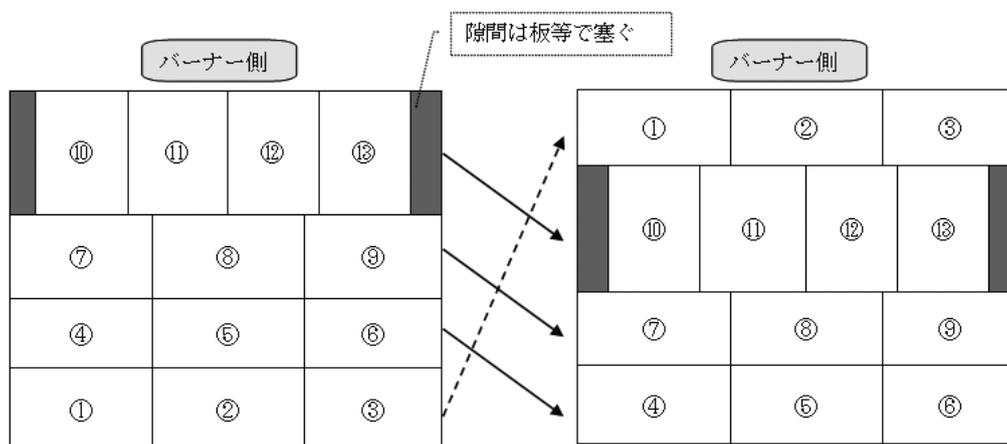


図3 乾燥槽内の容器の水平方向入れ換え規則（乾燥槽を上方から見た概略図）

器を稼働させた室内で保管することにより仕上げ乾燥を行った。乾燥完了直前の目安は、乾燥開始時を100%としたときの乾燥歩留まりが「春の粧」では約50%、「梵天」では約54%のときとした。

2. 白色度による評価

生薬シャクヤクは、市場では内部の色が白く充実したものが良品と評価されることから、ブランドイメージ形成のため、「富山シャクヤク」を白く仕上げることも目指し、白色度でも評価することとした。

乾燥したシャクヤク根500 gを細断後、粉碎して得られた粉末を試料とし、その色彩を分光色差計（日本電色工業(株)製 NF 555）で測定し、得られたL*a*b*値からハンター氏白色度を求めた。10回の測定値の平均を結果とした。

3. 成分分析

(1) エキス含量（乾燥エキス調製法）

乾燥したシャクヤク根の各粉末試料を用いて、日局17医薬品各条「シャクヤク」の定量法の抽出法に準じ、図4に従って乾燥エキスを作製した。この重量を生薬に対する含量%で表し、エキス含量とした。

(2) 主要10成分の定量法

各粉末試料について、シャクヤクの主要10成分（ペオニフロリン、アルビフロリン、オキシペオニフロリン、ベンゾイルペオニフロリン、ペンタガロイルグルコース、没食子酸、没食子酸メチル、カテキン、安息香酸、ペオノール）を次の方法により定量した。

日局17の定量法に準じて試料溶液を調製し、下記

条件により分析した。各成分の定量値は、換算した生薬の乾燥物に対する含量%とした。

分析機器：UPLC（Waters社製 H-class）

検出器：PDA（検出波長：232,280,257 nm）

カラム：ACQUITY UPLC HSS C18 1.8 μm
(2.1×50 mm)

カラム温度：25℃

移動相：A：薄めたリン酸（1→1000）

B：アセトニトリル

グラジエント条件

時間 (min)	流量 (mL/min)	%A	%B	曲線
0	0.49	95	5	
1.1	0.49	75	25	3
2.5	0.49	10	90	6
3.0	0.49	0	100	6
3.2	0.49	0	100	6
3.4	0.49	95	5	6

注入量：0.5 μL

内標準物質 (IS)：ケルセチン (4.8 μg/mL)

4. 日本薬局方「シャクヤク」の規格試験

令和元年に収穫した「春の粧」を3 cmに切断し、平型乾燥機で乾燥して得た生薬について、日局17の方法に従い、以下の規格試験を実施した。

①生薬の性状、②確認試験（(1)呈色、(2)TLC）、③純度試験（重金属）、④乾燥減量、⑤灰分、⑥酸不溶性灰分、⑦ペオニフロリン含量

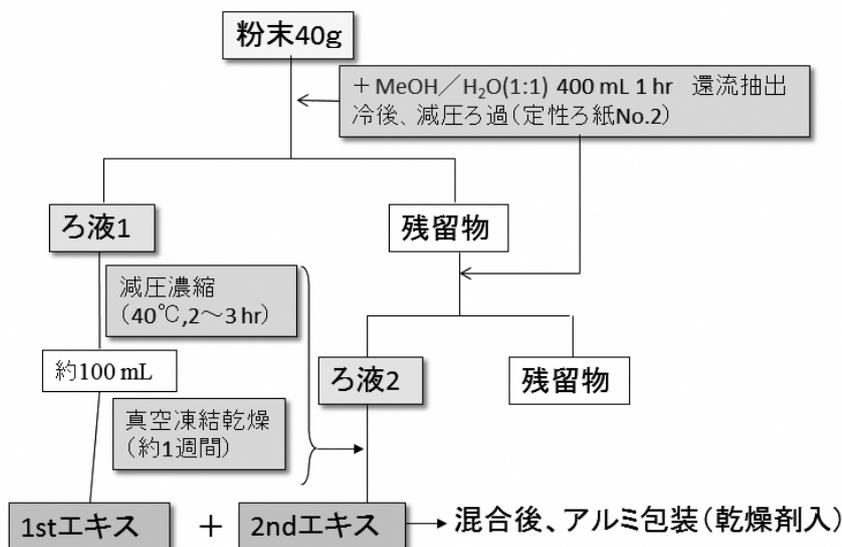


図4 シャクヤク乾燥エキスの調製法

結 果

1. 乾燥機による乾燥

(1) 根のカットによる乾燥期間短縮効果

「春の粧」を用いて、加温乾燥開始4日後に3 cm又は6 cmにカットして乾燥したときの重量変化を図5に示す。乾燥歩留まりが約50%に達する（乾燥完了直前の状態）までの期間で評価した結果、「カット無」が14日であるのに対して「3 cmカット」では12日で、乾燥期間を2日間短縮可能であった。「6 cmカット」については、乾燥効率の向上効果は認められなかった。

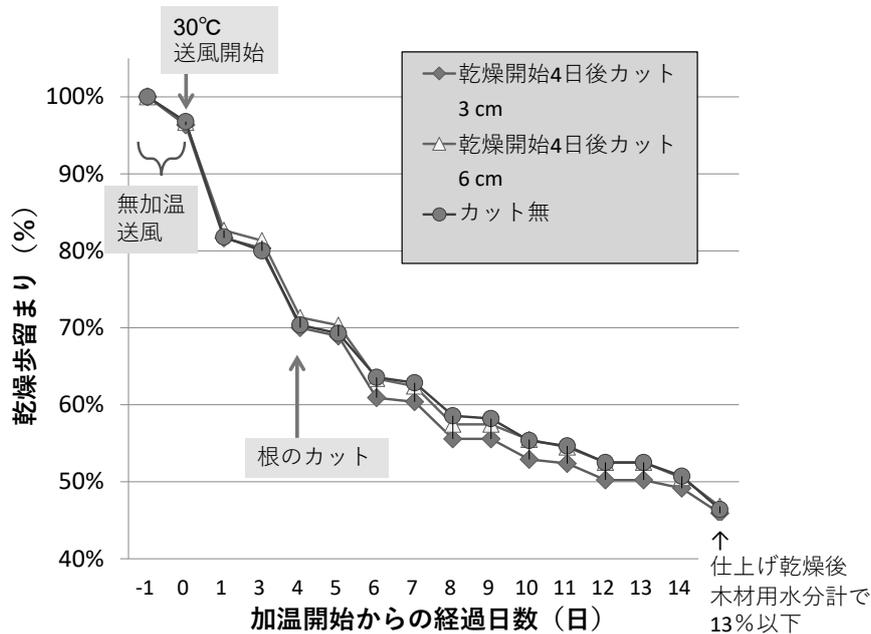


図5 シャクヤク根の乾燥に伴う重量変化（品種：春の粧）

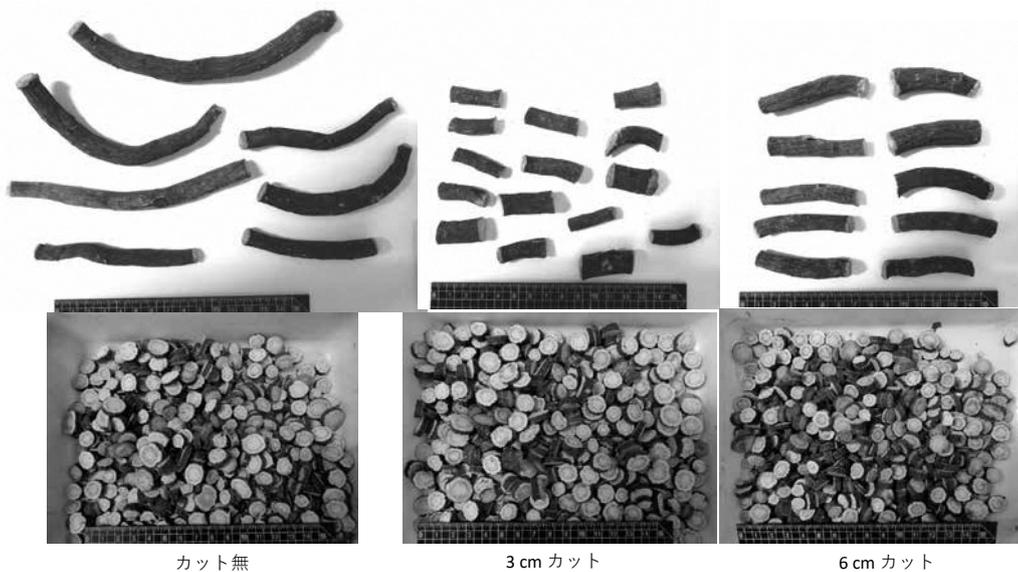


図6 乾燥した試料の外観

乾燥した試料の外観及び輪切りの写真を図6に示す。カットした断面を含む外観及び輪切りしたときの断面を目視で確認したところ、どのサンプルにも問題となるような変色又は変化は認められなかった。

(2) 根をカットする工程の検討

「梵天」を用いて、乾燥前に3 cm又は6 cmにカットした場合と、加温乾燥開始4日後に同様にカットした場合の重量変化を図7に示す。乾燥歩留まりが約54%に達する（乾燥完了直前の状態）までの期間で評価した結果、「カット無」が14日であるのに対して、カットする工程に関わらず「3 cmカット」では12日で、乾燥期間を2日間短縮可能で

あった。「6 cmカット」については、乾燥効率の向上効果は認められなかった。

外観評価では、どちらの工程でカットしても問題となるような変色又は変化は認められず、工程の違いによる差もなかった。

(3) 乾燥槽内の位置の違いが乾燥の進行に及ぼす影響

乾燥機での乾燥期間中の24時間ごとの「春の粧」及び「梵天」の重量について、乾燥槽内の上段と下段の比較、水平方向の位置の比較を行った結果（データ掲載なし）、いずれの重量差も重量の2%未満であり、乾燥の進行への影響はなかった。加温乾燥開始から24時間後の重量については、全体的に上段より下段の方が軽い傾向があったが、その後、全ての位置で同様に乾燥が進行した。

(4) カットして乾燥した生薬の白色度

「富山シャクヤク」の目標とする規格を、目視で

白色と認識できる「白色度60以上」として設定した。

加温乾燥開始4日後に3 cm又は6 cmにカットして乾燥した「春の粧」の粉末試料の白色度については、「カット無」の70.8に対して「3 cmカット」では69.9で同等で、「6 cmカット」では66.5でやや低かったが、いずれのサンプルも目標値を超えた（図8）。

同様に乾燥開始4日後にカットした「梵天」の白色度については、「カット無」の69.8に対して「3 cmカット」及び「6 cmカット」はそれぞれ69.5及び68.8で同等となり、カットの有無及びその長さの影響は見られなかった。一方、乾燥前にカットした場合、「3 cmカット」及び「6 cmカット」はそれぞれ71.5及び71.0で同等となり、いずれの長さでもやや高くなった。

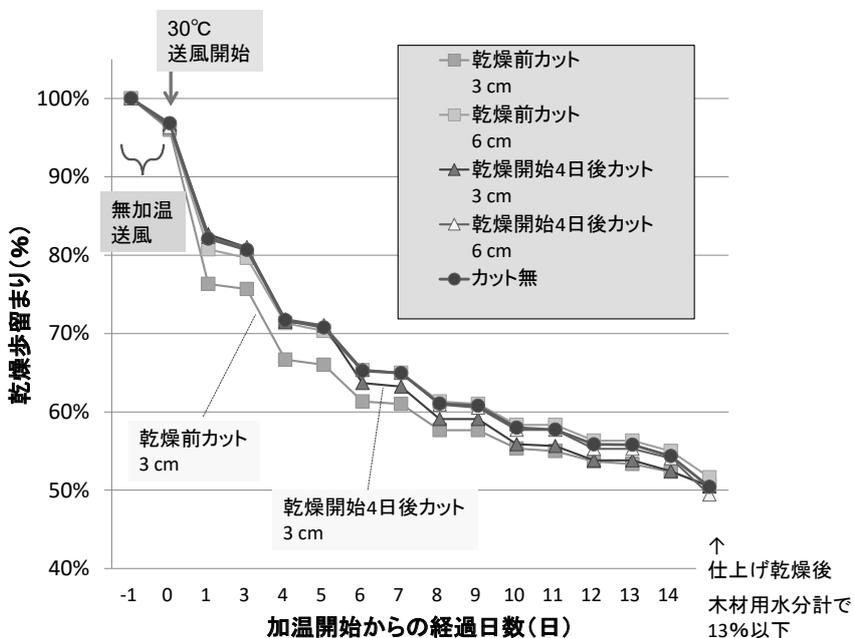


図7 シャクヤク根の乾燥に伴う重量変化（品種：梵天）

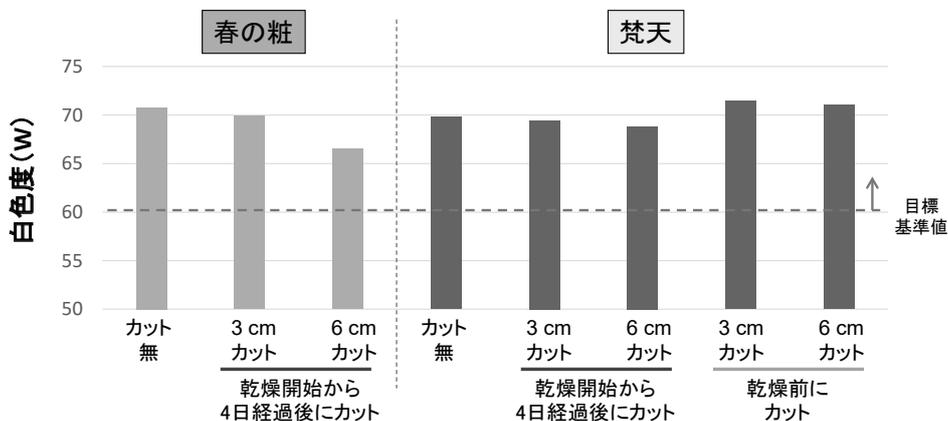


図8 乾燥した試料（粉末）の白色度

(5) カットして乾燥した生薬のエキス含量

エキス含量は、生薬中の成分を溶媒で抽出した重量の割合で、日局17ではシャクヤクに試験は設定されていないが、エキス製剤の収量に大きく影響するため重要な項目である。一般に高い方が生薬使用企業からの評価は高くなるが、企業によって求める規格値は異なる。調製加工の方法をコントロールすることにより企業が求めるエキス含量に調整できる可能性もあり、カットによる変動を検討した。

加温乾燥開始4日後に3 cm又は6 cmにカットして乾燥した「春の粧」のエキス含量については、「カット無」の51.0に対して「3 cmカット」及び「6 cmカット」はそれぞれ50.2及び51.4で同等で、カットの有無及びその長さの影響は見られなかった（図9）。また、「梵天」を用いて検討した、カット工程及びカット長さの違いがエキス含量に及ぼす影響については、いずれのサンプルも「カット無」と同等であり、カットの有無、工程及び長さの影響は見られなかった。

(6) カットして乾燥した生薬の主要成分含量

生薬シャクヤク中のペオニフロリン含量は日局17で2.0%以上であることが規定されているが、実需者からはさらに高含量の生薬が要望されていることから、「富山シャクヤク」の規格を3.0%以上としている。

加温乾燥開始4日後に3 cm又は6 cmにカットして乾燥した「春の粧」の主要成分含量については、「カット無」と同等であったことから、カットの有無及びその長さの影響は見られなかった（図10）。また、「梵天」を用いて検討した、カット工程及びカット長さの違いがエキス含量に及ぼす影響については、いずれのサンプルも「カット無」と同等であ

り、カットの有無、工程及び長さの影響は見られなかった。

(7) カットして乾燥した生薬の日局規格試験

試験結果は図11に示すとおり、全て適合であった。今回実施できなかったヒ素の純度試験については、今後実施予定である。

2. 自然乾燥と機械乾燥を併用した乾燥

(1) 乾燥期間中の乾燥場所の温湿度

屋内自然乾燥では、温度は0～約20℃の範囲で、湿度は約50%～約100% RHの範囲で経過した（図12）。一方、ビニールハウスでは、温度は0～約40℃の範囲で、湿度は約20%～約100% RHの範囲で推移した（図13）。

(2) 乾燥中の重量変化及び3 cmカットの影響

乾燥期間中の各サンプルの重量変化を図14に示す。屋内自然乾燥及びビニールハウス乾燥のいずれでも、3 cmカットにより乾燥が早く進行した。屋内自然乾燥について30日後の乾燥歩留りで比較すると、「カット無」の60.2%に対して「3 cmカット」は50.8%で、乾燥完了直前の状態（約50%）となった。「カット無」では40日後でも55.8%で、乾燥完了直前の状態には至らなかった。ビニールハウス乾燥について20日後の乾燥歩留りで比較すると、「カット無」の57.5%に対して「3 cmカット」は50.8%で、乾燥完了直前の状態となった。なお、「カット無」では30日後に50.8%となり、乾燥完了直前の状態となった。

(3) 乾燥して得た生薬の目視検査

カットした断面を含む外観及び輪切りしたときの断面を目視で確認したところ、全ての生薬サンプルについて、問題となるような変色又は変化は認めら

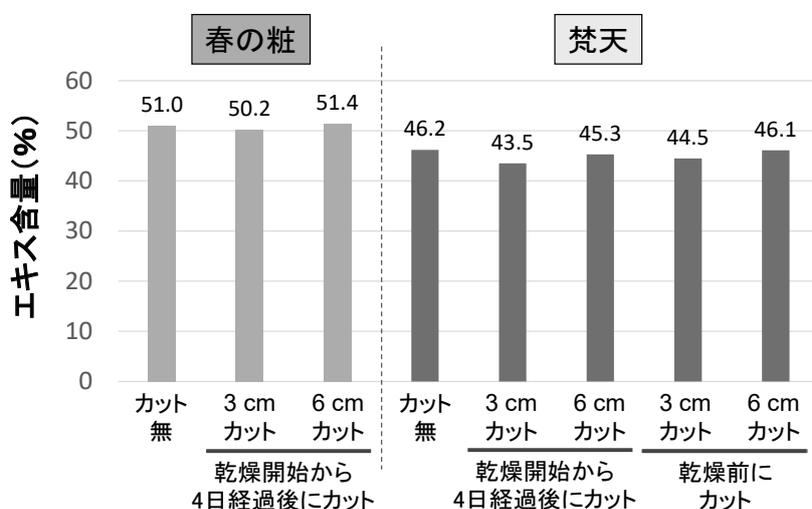


図9 カットして乾燥した生薬のエキス含量

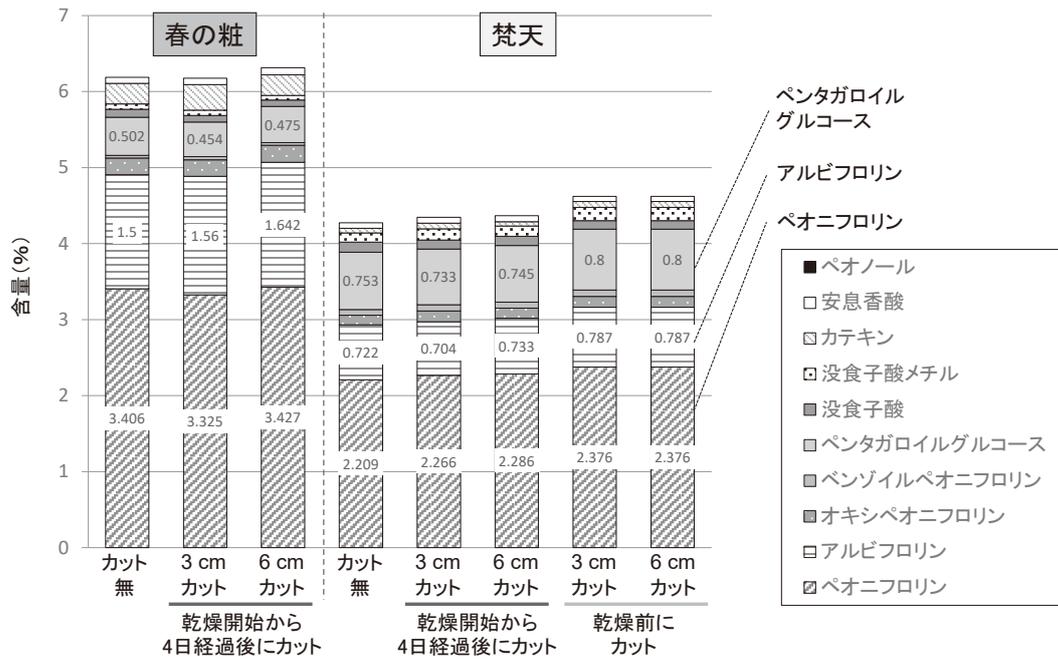


図10 カットして乾燥した生薬の主要成分含量

試験項目	規格値等	測定値等	判定
生薬の性状	—	—	適合
確認試験(呈色)	青紫色～青緑色	青紫色～青緑色	適合
確認試験(TLC)	色調(紫色)、Rf値が等しい	色調(紫色)、Rf値が等しい	適合
純度試験(重金属)	10ppm以下	—	適合
乾燥減量	14.0%以下	8.09%	適合
灰分	6.5%以下	2.82%	適合
酸不溶性灰分	0.5%以下	0.07%	適合
ペオニフルリン含量(HPLC)	2.0%以上	3.58%	適合

図11 3 cmカットして乾燥した生薬の日局規格試験の結果 (春の粧)

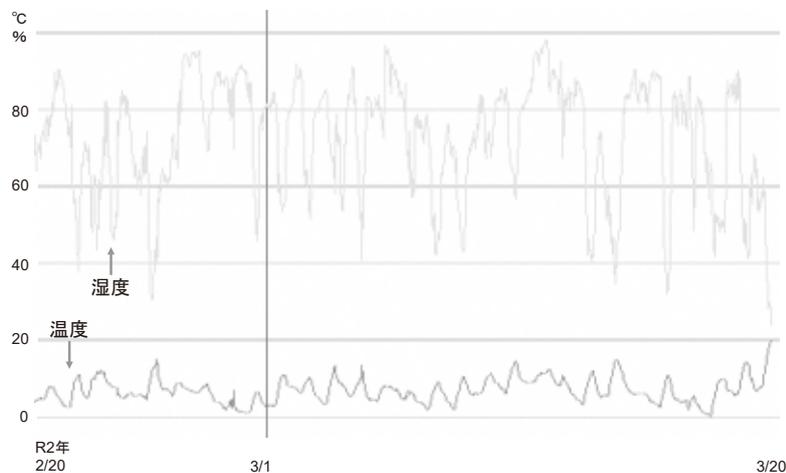


図12 屋内自然乾燥における温湿度経過

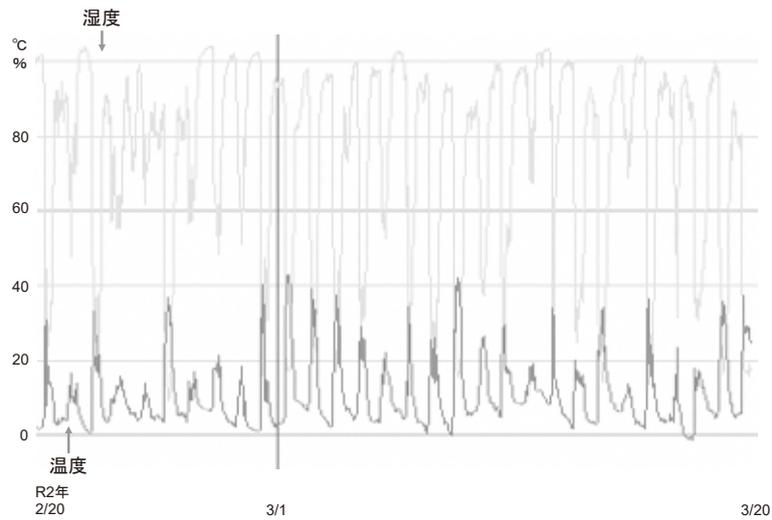


図13 ビニールハウス乾燥における温湿度経過

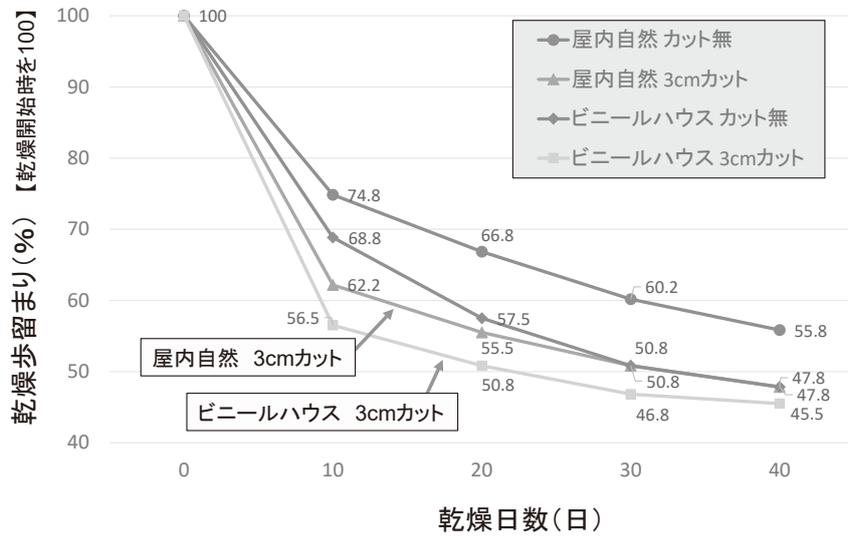


図14 自然乾燥中の重量変化 (春の粧)

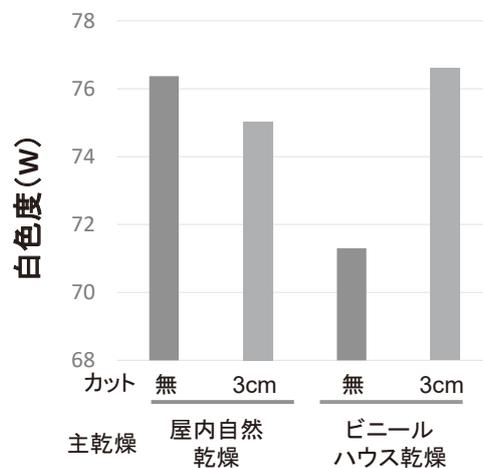


図15 自然乾燥と機械乾燥を併用して乾燥調製した試料 (粉末) の白色度 (春の粧)

れなかった。

(4) 乾燥して得た生薬の白色度

屋内自然乾燥及びビニールハウス乾燥により得た生薬の白色度を図15に示す。乾燥場所及び3cmカットの有無に関わらず、全てのサンプルで目標規格の60を超え、70以上であった。屋内自然乾燥では3cmカットによる影響はなかったが、ビニールハウス乾燥では「3cmカット」の76.6に対して、「カット無」は71.3と、減少した。

(5) 乾燥して得た生薬の主要成分含量

屋内自然乾燥又はビニールハウス乾燥により得た生薬の主要成分含量は、全てのサンプルについて、対照とした平型乾燥機による乾燥品と同等であった(図16)ことから、自然乾燥の場所の違い及び3cmカットの影響は見られなかった。

考 察

現在、県内で栽培されているシャクヤク品種「梵天」は、奈良県では伝統的な調製加工法により根の周皮を剥いて自然乾燥することが要求されるが、本県では乾燥時期の積雪で多湿となり品質の劣化(外面の褐変化や中心部の変質に伴う成分変化)が発生するリ

スクが高いことから、未乾燥の生根で出荷されている^{5)・6)}。一方、令和4年度に初収穫を予定しているブランド用品種「春の粧」は、生産者側で皮付の状態乾燥調製して出荷することが決定している。そのため、県内生産者等で組織する「富山型薬用作物生産協議会」は、乾燥機を用いて高品質な生薬を短期間で生産することを目指して、シャクヤク用に改良した平型乾燥機を導入した(平成26年度、国の薬用作物産地確立支援事業を活用)。しかし、シャクヤクを乾燥するために必要な条件や期間等が不明であったため、我々は当該乾燥機を用いて実生産規模での乾燥調製法を確立した²⁾。今回は、さらに効率的な方法に改良することを目指して、根を切断して乾燥する方法や、自然乾燥と機械乾燥を併用した方法で乾燥試験を実施した。

平型乾燥機での乾燥については、乾燥完了までの期間が短縮できれば、乾燥機の稼働時間の減少によるコスト削減に加えて、乾燥期間内(11月～3月)における乾燥回数の増加、すなわち生根処理量の増加が可能となる。そこで、切断した根をサンプルとして、確立した乾燥調製法(30℃)により乾燥した場合に、生薬への品質に影響なく乾燥期間を短縮できるかどうか、「春の粧」で実験した。カットする長さを3cm又は6cmとして対照(カット無)と比較した結

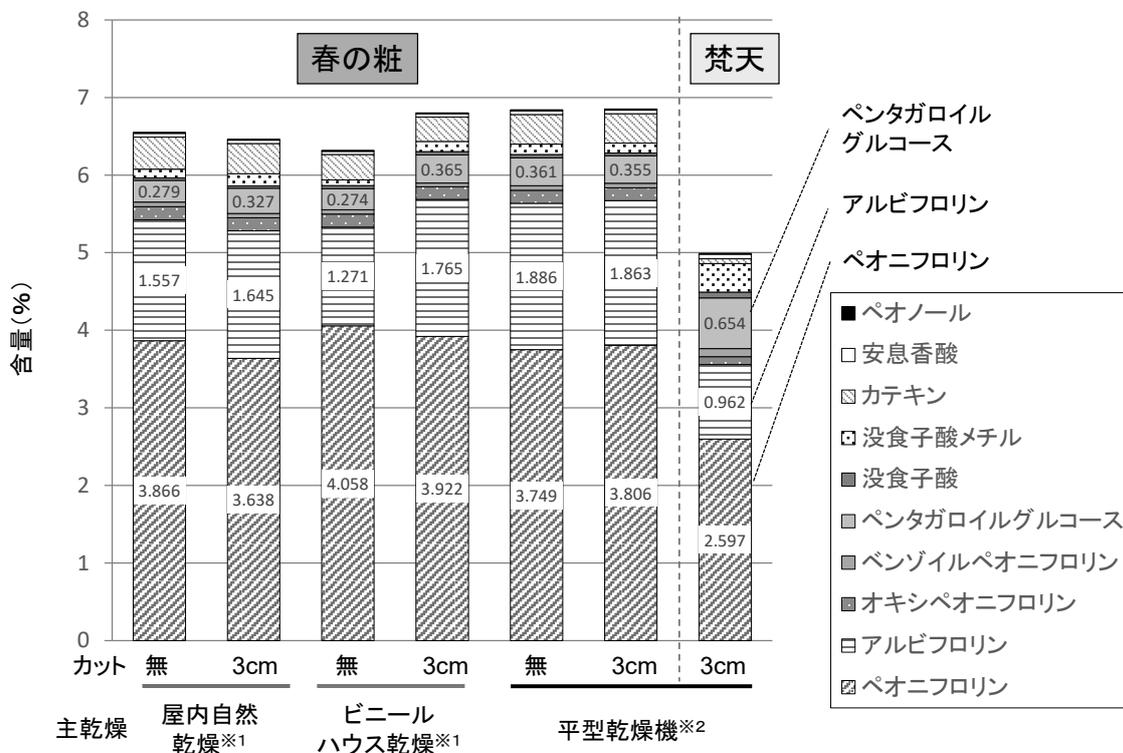


図16 自然乾燥と機械乾燥を併用して乾燥調製した生薬の主要成分含量

※1 屋内自然乾燥又はビニールハウス乾燥の後、平型乾燥機で仕上げ乾燥(30℃で6時間×2回)
 ※2 1日のうち7h稼働、17h休止のプログラムで17回稼働し、休止日を含む23日間で乾燥(30℃)

果、「3 cmカット」だけが有効であった。その効果は、品質に影響なく乾燥期間が2日間短縮（乾燥機稼働日数としては7日から6日に短縮）し、乾燥1回当たりの消費灯油量としては外気温等により変動するが30～40L程度が削減できた。これを10アール当たりの目標収量（生根3トン）で試算すると、約27,000円（生薬売却による粗収入に対して約2.3%の金額）のコストダウンとなるが、さらにコストを削減するための方法も現在検討中である。これは、カットにより見かけ比重（かさ比重）が大きくなり乾燥槽に入れる生根を増量できることを利用したもので、前述の金額を含めて75,000円以上のコストダウンを見込んでいる。一方で、カット作業にはコストを要することとなり、すぐに利用できる機械も整備されていないため、実生産での本乾燥法の活用については今後の生産拡大に応じて検討する必要がある。

次に検討したカットする工程については、洗浄後すぐに実施すると運搬作業のロスが無いと考えられるが、根の切断面に水滴が付着するような条件下では褐変化による外観及び成分の品質低下が懸念されたため、乾燥開始4日後にカットする試験群を設定し、工程の違いによる乾燥期間及び生薬の品質への影響を調査した。その結果、前述の「3 cmカットにより品質に影響なく乾燥期間が2日間短縮」という効果はカット工程の違いに関わらず確認でき、乾燥前にカットした場合に懸念された品質の低下は認められなかった。乾燥試験では、根を洗浄後に順次カットし、乾燥用の容器（底面及び側面が網目状）に入れ、室内で保管していたが、最初にカットした根については無加温送風開始まで約8時間が経過していた。褐変化については、ポリフェノールオキシダーゼ（PPO）によるフェノール性化合物の変色反応の可能性が指摘されており⁷⁾、PPO活性の至適温度は約30℃であるとの報告⁸⁾から、今回のサンプルでは保管温度が低かったために酵素反応がほとんど進行しなかったことが推察された。

冬期の自然乾燥が不向きである本県の気象条件において、乾燥機により乾燥条件を一定にすることで、品質の生産年次変動を抑え、高品質な生薬を安定して生産できるよう、これまでに乾燥機での乾燥調製法を確立した。この方法は、大量の生根（3トン以上）を計画的に複数回に分けて乾燥期間内に乾燥する方法としては有効であるが、令和4年度から6年度までの「春の粧」の乾燥出荷予定農家は比較的小規模であり、所有するビニールハウスや作業所を利用してコストを抑えた乾燥法を要望している。そこで、自然乾燥と機械乾燥を併用した低コスト乾燥法を確立することを目指す

して、当センターにおいて屋内自然乾燥又はビニールハウス乾燥の後、平型乾燥機で仕上げ乾燥を実施した。その結果、得られた生薬中の主要成分含量は、いずれの乾燥方法でも対照とした平型乾燥機による乾燥品と同等であり、高品質生薬が生産可能であることを確認した。ただ、カットせずに乾燥した生薬粉末の白色度については、屋内自然乾燥の76.4に対して、ビニールハウス乾燥では目標規格の「60以上」を満たしたものの、71.3と低下した。同じビニールハウス乾燥でも「3 cmカット」のサンプルでは低下しなかったことから、「カット無」では乾燥に時間がかかり根の内部に水分が多い状態で30℃以上となり変色に係る酵素反応が進行したこと、また風通しが比較的悪かったことが影響したものと考えられた。

今回得られた自然乾燥中の重量変化の結果等を基に、自然乾燥と機械乾燥を併用した乾燥法として、下記の目安を提案する。ただし、当センターにおける2月19日に乾燥を開始した事例を基にしているため、開始時期や気象の年次変動により乾燥期間や品質への影響は異なると考えられる。今後は、当該乾燥法による農家での乾燥調製が実施される前に、実際に現地で予定している方法で試験乾燥し、生薬の品質を確認する予定である。

【自然乾燥と機械乾燥を併用した乾燥法】

- 1 自然乾燥として次のいずれかの方法で乾燥する。
 - (1) カットしない場合
 - ①屋内自然条件下で40日以上乾燥
 - ②ビニールハウスにおいて約30日間乾燥
※白色度がやや低下する可能性あり
 - (2) 3 cmカットする場合
 - ①屋内自然条件下で約30日間乾燥
 - ②ビニールハウスにおいて約20日間乾燥
- 2 自然乾燥の後（自然乾燥終了の目安：乾燥歩留りが約50%）、仕上げ乾燥として平型乾燥機等を用いて30℃、6時間の乾燥を2回行う（2回目は1回目終了から18時間以上経過後）。
- 3 仕上げ乾燥後は、出荷まで高温高湿の環境を避けて保管する。

「春の粧」の栽培法に関しては、植付時の苗重量と株間の最適条件（2条植の場合）をこれまでに明らかにし⁹⁾、現在は切花用に採花した場合の根の収量及び品質への影響を調査することにより切花との兼用栽培法を検討している。また、平型乾燥機での乾燥に関しては、乾燥処理量の向上や容器の入れ換え作業の省略等による軽労化を検討している。今後はこれらの成果

を活用し、さらに富山シャクヤクの生産振興とブランド化を推進したいと考えている。

文 献

- 1) 川筋透, 田村隆幸, 横田洋一, 宮本(山口)朋美, 本田裕恵, 竹林憲司, 大江勇, 高田正明, 松永孝之: 富山シャクヤクのブランド化推進事業報告(平成24-26年度) 選抜品種の特性比較, 富山県薬事研究所年報, 43, 29-34 (2015)
- 2) 田村隆幸, 東一彦, 大江勇, 横田洋一, 竹林憲司: 富山シャクヤクのブランド化推進事業 一実生産規模乾燥調製法の実証と調製加工における成分変動一, 富山県薬事総合研究開発センター年報, 46, 13-19 (2018)
- 3) 厚生労働省: 第17改正日本薬局方, 1817 (2016)
- 4) 田村隆幸, 高田正明, 大江勇: 実生産規模でのシャクヤクの乾燥調製を目指した基礎検討, 富山県薬事研究所年報, 42, 33-38 (2014)
- 5) 公益財団法人日本特産農産物協会: 地域特産作物(工芸作物, 薬用作物及び和紙原料等)に関する資料(平成29年産), 14 (2019)
- 6) 村上守一: 富山のシャクヤク栽培, 和漢薬, 753 (2016)
- 7) 林隆章, 桂英二, 金島弘恭, 山岸喬: 芍薬の科学的変化(第5報), 芍薬の変色について, 道衛研所報, 33, 35-38 (1983)
- 8) 松永孝之, 田村隆幸: シャクヤクの褐変化反応について, 富山県薬事研究所年報, 44, 27-31 (2016)
- 9) 田村隆幸, 東一彦, 大江勇, 寺崎さち子, 川筋透, 竹林憲司, 横田洋一, 米田哲也, 小笠原勝, 小木曾英夫: 富山シャクヤクのブランド化推進事業 一ブランド品種「春の粧」に適した栽培法の検討一, 富山県薬事総合研究開発センター年報, 47, 17-21 (2019)