

北海当帰の調製加工工程の機械化に関する研究 (第1報)

蓑嶋 裕典, 尾谷 賢, 内山 智幸, 兼俊 明夫 *
姉帯 正樹 *, 金島 弘恭 *, 畠山 好雄 ** 飯田 修 **
森 豊司 ***, 中谷 司 ***

Study on rationalization for preparation process of Angelicae Radix (Part I)

Hironori MINOSHIMA, Masaru OTANI, Tomoyuki UCHIYAMA
Akio KANETOSHI*, Masaki ANETAI*, Hiroyasu KANESHIMA*
Yoshio HATAKEYAMA**, Osamu IIDA**, Toyoji MORI***
Tukasa NAKAYA***

抄 録

北海当帰の調製加工工程の機械乾燥化による合理化を目的とし、その現状調査と基礎的試験を行った。現状の調製加工工程は人手に頼っており、全作業時間の約7割を占めている。特に、はさ掛け、はさ降ろし、および泥落とし工程での負荷が大きい。また乾燥基礎試験の結果から、希エタノールエキス量およびリグステイライド含量を指標とすると、熱風乾燥、遠赤外線乾燥、マイクロ波乾燥および真空乾燥に対し、生薬成分は安定であり、特に熱風50℃以下での乾燥が好ましいものであった。また、多段乾燥においては、一次乾燥の終点を水分率50WB%以下とすることにより、一週間程度の保存が可能であることが確認された。これらより、これまで難しいとされてきた北海当帰の機械乾燥化に対し大きな可能性が得られた。

1. はじめに

生薬を原料とした漢方薬は、個人の証にあった投薬を行うことにより、薬効が穏やかで副作用が少ないこと、一つの方剤で多くの薬効を示すこと、また免疫賦活作用を有するものが多いことなどの点において大いに有意義である。これらの特徴から、今後の高齢者社会における老年性疾患に対して、ますます有用なものになると考えられる。

北海道は寒冷な気候条件を有し、多くの北方系薬用植物の生育に適しており、その数、量ともにわが国で有数の生薬の生産地となっている。老年性疾患等に多用される漢方処方構成生薬の一つである当帰には大和種と北海種の2種があり、北海道では北海種である北海当帰が、北見、十勝地方等で年間300~400トン生産され、川芎と並んで道内で生産される代表的な生薬の一つとなっている。

川芎の調製加工工程の合理化に関しては、尾谷ら¹⁾の報告がある。しかし、北海当帰の調製加工は、成分変質の面から

機械乾燥化が難しいと言われており、現在でも農家では人手に頼った作業が行われている。それらは「はさ掛け」作業に代表される様に重労働であるとともに、作業者の高齢化が進み、人手の確保に苦慮している状況にある。さらに、はさ掛け工程は多雪地域では適さず、北海当帰の栽培に対する大きな障害となっている。

本研究は以上の背景を踏まえ、今後の安定した北海当帰の供給と品質の確保のため、調製加工工程の機械乾燥化による合理化を目的とした。

本報告では、現状調査と乾燥および保存工程に対する基礎的試験、具体的には、熱風乾燥法、遠赤外線乾燥法、凍結乾燥法およびマイクロ波乾燥法等、機械乾燥による北海当帰の生薬成分への影響を検討するとともに、一次乾燥後の各水分率状態における生薬成分の保存安定性について検討を行った。その結果、北海当帰の機械乾燥化に対する可能性を得たので報告する。

また、本報告においては北海当帰の生薬成分である希エタノールエキス量およびリグステイライド含量を品質評価の指標とした。薬理作用の一つであるアンジオテンシン変換酵素阻害活性を指標とした検討に関しては、兼俊ら²⁾の報告を参

* 北海道立衛生研究所, ** 国立衛生試験所北海道薬用植物栽培試験場
*** 訓子府町農業協同組合

照されたい。

2. 北海当帰の調整加工の現状と問題点

北海道における北海当帰の約半量が訓子府町で生産されており、今回、訓子府町において調製加工の現状調査を行った。

北海当帰の調製加工フローの現状を図1に、生産および調製加工に要する作業時間を製品トンあたりの〔人・時間〕に換算し表1に示した。また、これら調製加工の状況を図2(a)～(1)に写真で示した。

収穫はハーベスターを用い機械化されているものの、その他の調製加工工程は人手に頼っている。はさ掛け工程は成分の変質を防ぐための自然冷風乾燥(11月～2月)であり有効なものと考えられるが、当帰一休ずつ丹念に掛けられ、その労働負荷は大きい。表1に示した作業時間より、はさ掛け、はさ降ろし作業および泥落とし作業での負荷が大きく、また調製加工工程全体では総作業時間の約7割を占めている。よって、はさ掛け工程を無くすることが第一の課題となる。また、これら一連の工程は重労働であるとともに作業者の高齢化が進み、人手の確保に苦慮している状況にあり、今後の北海当帰の安定供給のため、早急な解決が必要である。

一方、農家では北海当帰の調製加工にあたり、

- ① 急激な機械乾燥を行うと有効成分が損失する。
- ② 堆積保存を行うと数日で発酵する。

等の問題点が言い伝えられている。また、通常の農作物同様、北海当帰も同一時期(10月)に大量に収穫され、工場での機械乾燥化にあたっては、乾燥機の処理能力を適正なものとするため、

- ① 原料の一か月程度の堆積保存の必要がある。
- ② 一回の乾燥で乾燥を終了させることは困難であり、数段階に分けて乾燥する必要がある。

等、これらの操作条件および生薬成分の安定性が重要な課題となる。また、本州で栽培されている大和当帰は調製加工工程の前処理として、温湯処理(プランチング)が行われているが、その影響についても検討の対象とした。

表1 北海当帰の生産・調製加工の作業時間

	作業内容	作業時間 Man·h/t
4月	苗採取, 植え付け	34.7
5月	苗作り, は種, カルチ	3.0
6月	防除, 除草, カルチ	5.9
7月	防除, 除草, カルチ	8.0
8月	防除, 除草	9.1
10月	収穫, はさ掛け	69.3
11月	はさ降ろし	32.0
2月	土砂落とし, 麻袋詰め	30.5
	合計	192.5

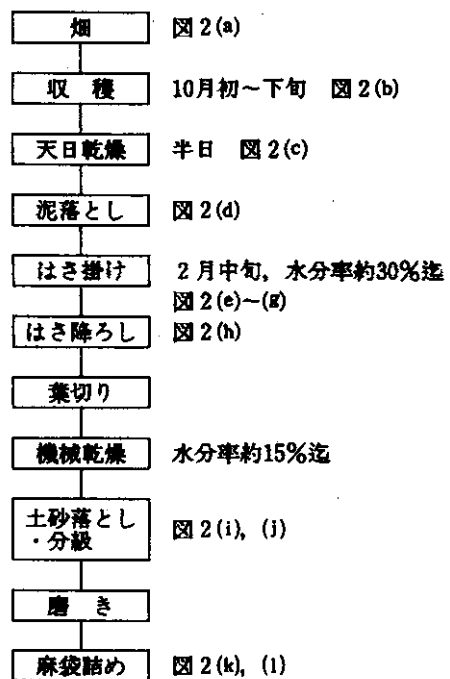
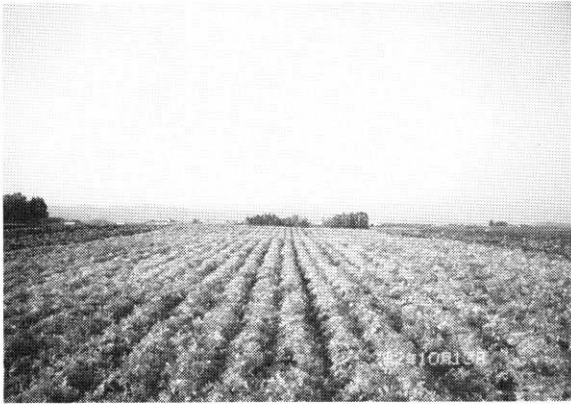


図1 北海当帰の調製加工の現状



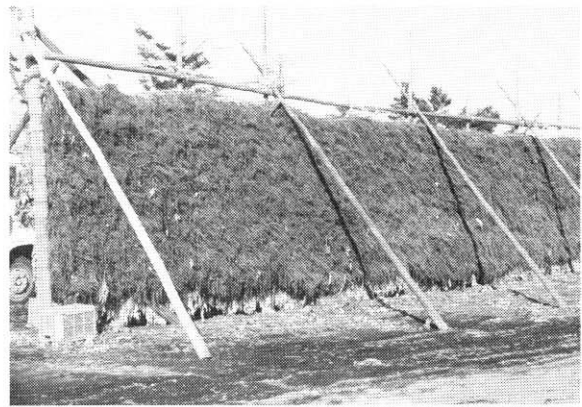
(a) 畑



(e) はさ掛け



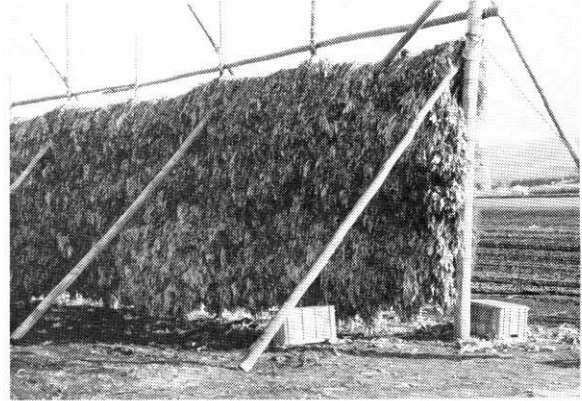
(b) 収穫



(f) はさ掛け



(c) 天日乾燥



(g) はさ掛け

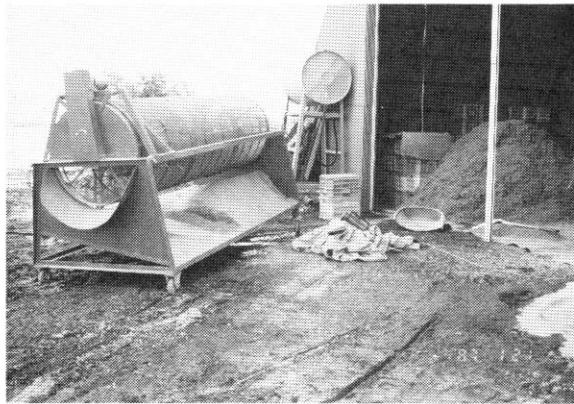


(d) 泥落とし



(h) はさ降ろし前

図2 北海当帰の調製加工工程の現状



(i) 土砂落とし、分級



(k) 麻袋詰め



(i) 分級



(i) 麻袋詰め

図2 (続き) 北海当帰の調製加工工程の現状

3. 乾燥基礎試験

3.1 各種乾燥法による生薬成分への影響

3.1.1 試料

試料は、国立衛生試験所北海道薬用植物栽培試験場で栽培された選抜3,4代目品の北海当帰('91年10月および'92年10~11月採取)であり、これを洗浄後、葉をカットして用いた。

また、大きさによる個体差を考慮し、以下の様に個体重量により分類しそれらの中から一体(n=1)について評価を行った。

L品：個体重量 400~600g

M品：個体重量 240~400g

S品：個体重量 120~240g

さらに、各種乾燥法による生薬成分への影響を検討するため、同一試料を縦に4分割し、4種の乾燥法に供した。

3.1.2 乾燥方法および条件

乾燥方法は、熱風乾燥、遠赤外線乾燥、凍結乾燥およびマイクロ波乾燥の4種とし、乾燥条件を表2に、乾燥試験に用いた装置の概略仕様を以下に示した。また、乾燥は水分率(湿量基準値)で約15%を終点とした。

熱風乾燥：(株)カトー製 サーモキーパー 80 改造型、温度設定 電気ヒーターによる入口熱風温度制御方式、風速 0.01m/s

遠赤外線乾燥：(株)カトー製 サーモキーパー 80 改造型、放射条件 両面放射、放射距離 15cm、放射体表面温度 110℃(雰囲気温度 50℃) 180℃(雰囲気温度 70℃)、送風条件 室温 0.01m/s

凍結乾燥：宝製作所製 TFD-550-8型、予備凍結温度 -50℃、棚加熱温度 20℃、到達真空度 0.08Torr

マイクロ波乾燥：新日本無線(株)製 NJE 6607型、発信周波数 2450±50MHz、出力0.3kW/試料約400g、操作圧力 常圧

表2 乾燥方法および操作条件

略号	乾燥方法	条件
H-50	熱風乾燥法	50℃
H-70	同上	70℃
FIR-50	遠赤外線乾燥法	50℃
FIR-55	同上	55℃
FIR-70	同上	70℃
FD-1	凍結乾燥法	-20℃
FD-2	同上	"
MW-0.3	マイクロ波乾燥法	0.3kW

注：① 遠赤外線乾燥法における温度は雰囲気温度を示す
 ② 凍結乾燥における温度は凍結温度を示す

3.1.3 分析項目および分析方法

(1) 50%エタノールエキス含量

第十二改正日本薬局方に記載されている生薬試験法の「エキス含量」の項に従って測定した。

(2) リグスティライドの定量

リグスティライドは当帰の主要な精油成分の一つであり、これを高速液体クロマトグラフィーにより定量した。手法は以下の通りである。

試料を超遠心粉碎器を用いて48メッシュ以下に粉碎し、分析用試料とした。この試料200mgをネジ栓付遠沈管に精密に量り取り、ヘキサン5.0mlを加えた後、超音波処理(50℃, 30min)して抽出した。遠心分離後、上清10μlを以下の条件で分析した。

機 器：日立665型高速液体クロマトグラフ

カ ラ ム：ノバパックカートリッジ, シリカ
 8NVS1 (8mm×10cm)

移 動 相：ヘキサン/ジクロロメタン=3/7

流 速：5.0ml/min

検 出 波 長：310nm

3.1.4 結果および考察

(1) 各種乾燥法による生薬成分への影響

試料の重量分類による、各種乾燥法での50%エタノールエキス量への影響を図3に、リグスティライド含量への影響を図4に示した。また、同一試料を縦に4分割する方法による、各種乾燥法での50%エタノールエキス量への影響を図5に、リグスティライド含量への影響を図6に示した。図3および4では試料の同一重量分類(L, M, S)毎に、また、図5および6では同一試料毎に同一直線で示した。

すべての試料は、日本薬局方で規定されている50%エタノールエキス量基準値(35.0%以上)を満たしており、従来、農家で言われていた様な大きな成分変化はほとんどないものと推測され、機械乾燥の適用が可能であることが示された。しかし、これらのなかで、熱風70℃乾燥品および遠赤外線70℃

乾燥品の50%エタノールエキスは褐色を呈し、使用には適さない乾燥条件であると判断された。

また、各種乾燥法による生薬成分への影響に関しては、個体の重量による分類での分析結果の図3および4からは、熱風乾燥50℃での優位性がわずかに見られるが、全体的には相関が難しい。また、重量分類(L, M, S)による傾向も確認できず、重量分類を越えた個体差が存在するものと考えられる。

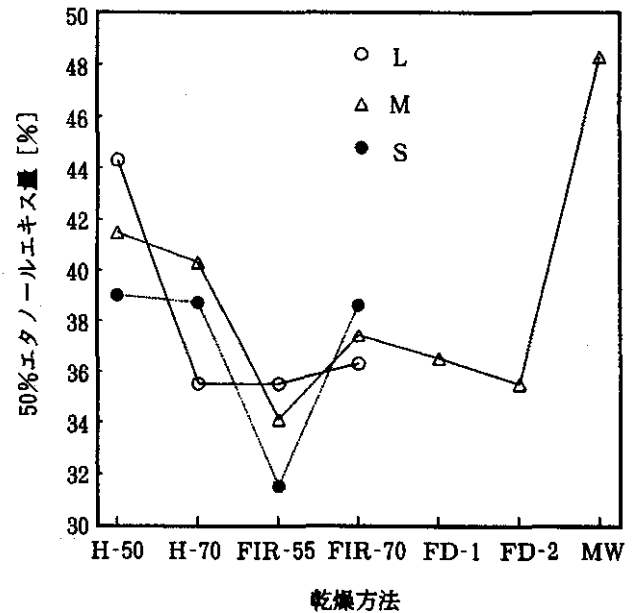


図3 各種乾燥法による50%エタノールエキス量への影響 (試料の重量分類による)

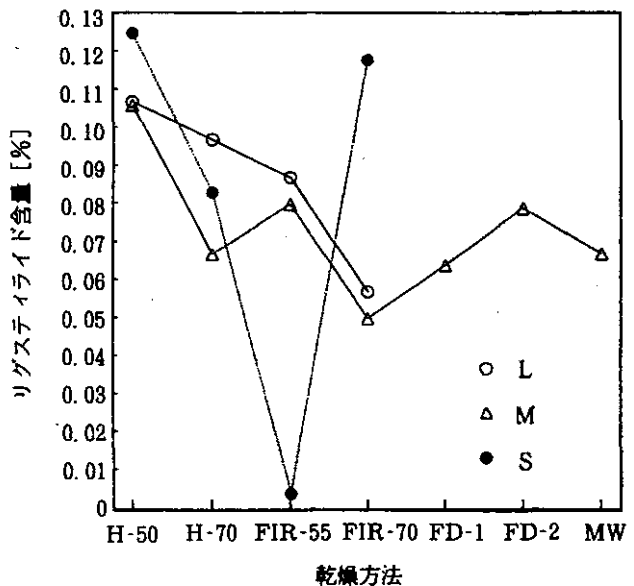


図4 各種乾燥法によるリグスティライド含量への影響 (試料の重量分類による)

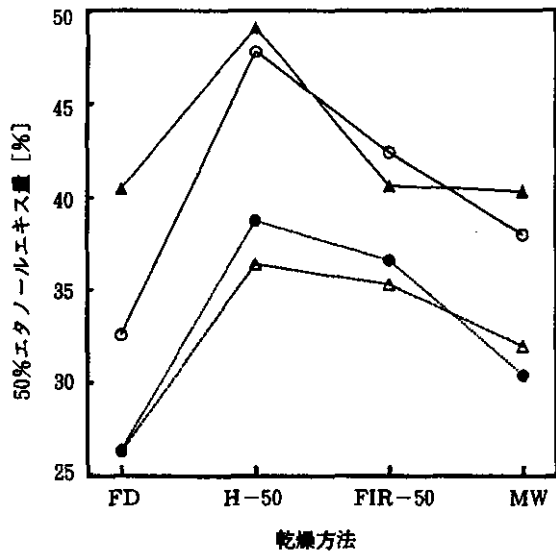


図5 乾燥法の違いによる50%エタノールエキス量への影響 (同一試料の分割による)

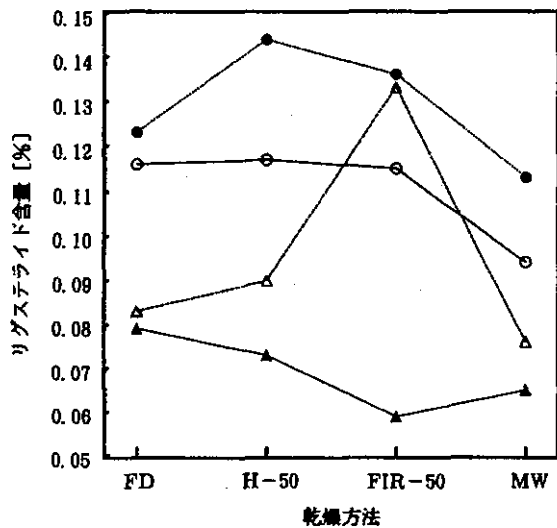


図6 乾燥法の違いによるリグステライド含量への影響 (同一試料の分割による)

一方、図5および6は個体差による影響を除くため、同一試料を4分割し各々を4種の乾燥試験に供したものである。図中の直線で結んだ同一記号は同一試料を示す。試料4体に対し試験を行ったが、図3および4では確認できなかった乾燥方法の差による生薬成分への影響が、傾向として明確に判断できた。この結果より、各種乾燥法による生薬成分への影響は

- ① 50%エタノールエキス量に対して
熱風50℃>遠赤外線50℃>マイクロ波0.3kW>凍結乾燥
- ②リグステライド含量に対して

熱風50℃、凍結乾燥>遠赤外線50℃>マイクロ波0.3kWの順に好ましく、特に熱風50℃乾燥法が最も好ましいものと判断された。

ここで、凍結乾燥法が50%エタノールエキス量に対して不利であった要因として

- ① 凍結乾燥時の高真空下で50%エタノールエキス抽出成分が揮発した。
- ② もとの原料自体の50%エタノールエキス抽出成分が凍結乾燥品のレベルしかなく、熱風乾燥等における熱的要因により新たに生成した。

等が考えられるが、今後の検討が必要である。

一方、リグステライド含量は、最も熱的変質の少ない凍結乾燥と他の乾燥法とを比較してもその差は小さく、予想以上に安定であることが確認された。また、山岸、金島³⁾はリグステライドは光により酸化作用を受けることを報告している。本試験で用いた遠赤外線およびマイクロ波も電磁波であるが、極端なリグステライドの減少は観察されておらず、酸化に対しては、より低波長側の電磁波が作用するものと考えられる。

(2) 各種乾燥法による乾燥速度への影響

熱風乾燥および遠赤外線乾燥法による重量分類L品に対する乾燥速度を図7に示した。この際、原料水分率は個体差として70~80WB%の範囲で変動しており、これを正規化するため、乾燥速度としては、初期の重量に対する減少率(1-ΔW/W₀)で表示した。

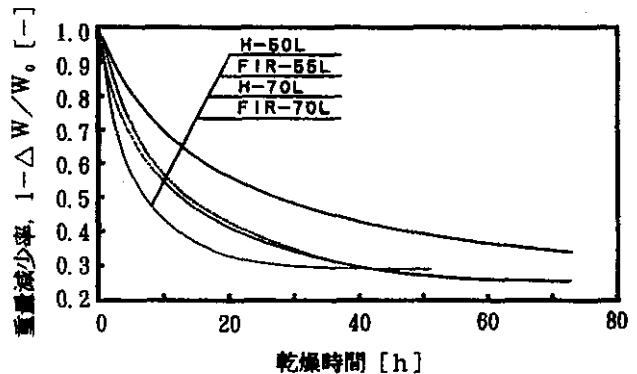


図7 L品に対する熱風乾燥および遠赤外線乾燥法による乾燥速度

図7より、重量減少率が0.5となる時間を比較し、最も速いFIR-70での時間を1とすると、FIR-55およびH-70が約2倍、H-50が約4倍の時間を要している。(1)項より、生薬成分上最も好ましい熱風乾燥法50℃(H-50)を採用すると、一段で乾燥を終了させるためには3~5日を要し、乾燥機の能力を適正なものとするためには、数段階での乾燥が必要ことが確認された。一方、今回は乾燥条件を一定として試験を行ったが、今後、初期の熱風温度の上昇等による乾燥時間の

減少の検討が望まれる。

さらに、重量分類による乾燥速度を熱風乾燥 50℃で比較し図 8 に示した。この様に、個体の重量（大きさ）による乾燥速度への影響は大きく、例えば L 品で重量減少率 0.5 であっても S 品ではすでに 0.3 まで達している。重量分類別に乾燥を行う、またはカッティング等により大きさを揃えることが望ましいが現実的には難しい面がある。

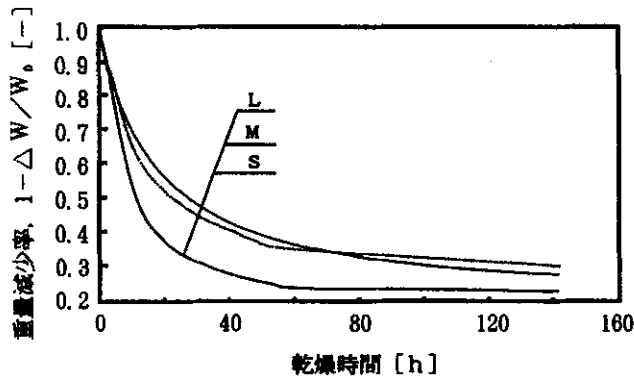


図 8 重量分類による熱風50℃乾燥速度

一方、マイクロ波乾燥法の乾燥速度はこれらに比べ著しく速く、本出力条件の場合約 1 時間で乾燥が終了した。また、凍結乾燥法では 4 ~ 5 日を要するものであった。

3.2 段階乾燥およびブランチングによる生薬成分への影響

3.2.1 試料

試料は 3.1 項同様の'92 年度品を用いた。

試料の重量は 150~400g の範囲にあったが、それぞれの実験単位毎に重量範囲を揃えて使用した。また、試料の水分率は個体毎の測定は困難であるため、収穫ロットの代表的な試料数点を測定して平均し、見かけ上それらを同一なものとした。

3.2.2 乾燥・保存試験方法

乾燥は熱風乾燥法とし、以下の条件により調製を行った。

- ① 一次乾燥条件は、熱風温度 50 および 70℃ の 2 種類とした。
- ② 一次乾燥の終点は、水分率約 50,40,30% の 3 種類とした。
- ③ 一次乾燥後の保存条件は、北海道における 11 ~ 12 月の気温を想定し、約 7℃、1 週間とした。また、保存による変化を確認するための対照用としては、- 20℃、1 週間とした。
- ④ 二次乾燥条件は、熱風温度 50℃ で統一し、水分率約 15% 以下を終点とした。ただし、対照用試料については、凍結乾燥法を用いた。
- ⑤ 以上の実験に対し、前処理としてブランチング処理を行ったものを行わないものの 2 条件で行いブランチングの効

果を検討した。なお、ブランチング条件は 60℃、15min とした。

以上の実験条件を実験結果とともに、表 3 にまとめた。

表 3 実験条件および実験結果

実験 No.	ブランチング有無 60/15min	第一段乾燥			第二段乾燥			Ligustilide		50%エタノールエキス		
		温度 ℃	水分 WB%	保存温度 ℃	温度 ℃	水分 WB%	含量 %	率 %	量 %	率 %		
1	1-1	無	50	50.1	7℃	50	18.9	0.072	+5.9	39.7	+12.8	
	1-2	↓	↓	50.1	-20℃	FD	15.3	0.068	-	35.2	-	
	1-3	↓	↓	40.3	7℃	50	14.8	0.066	+53.5	36.4	+7.4	
	1-4	↓	↓	40.1	-20℃	FD	0	0.043	-	33.9*	-	
	1-5	↓	↓	29.9	7℃	50	10.5	0.064	0	35.8	+8.2	
	1-6	↓	↓	24.6	-20℃	FD	0	0.064	-	33.1*	-	
2	2-1	↓	↓	70	50.1	7℃	50	9.0	0.013	-80.9	37.8	+17.0
	2-2	↓	↓	50.0	-20℃	FD	11.9	0.068	-	32.3*	-	
	2-3	↓	↓	40.0	7℃	50	15.1	0.063	+28.6	38.6	+18.0	
	2-4	↓	↓	40.0	-20℃	FD	6.4	0.049	-	32.7*	-	
	2-5	↓	↓	31.8	7℃	50	15.3	0.053	-40.4	43.0	+14.0	
	2-6	↓	↓	29.2	-20℃	FD	14.8	0.089	-	37.0	-	
3	3-1	有	50	49.9	7℃	50	14.1	0.017	-56.4	37.9	-9.3	
	3-2	↓	↓	50.0	-20℃	FD	0	0.039	-	41.8	-	
	3-3	↓	↓	40.2	7℃	50	14.8	0.043	-40.3	32.5*	-13.3	
	3-4	↓	↓	40.0	-20℃	FD	9.7	0.072	-	37.5	-	
	3-5	↓	↓	32.6	7℃	50	13.6	0.046	+31.4	34.4*	-14.0	
	3-6	↓	↓	30.1	-20℃	FD	0	0.035	-	40.0	-	
4	4-1	↓	↓	70	50.4	7℃	50	13.1	0.030	-66.3	38.5	-6.8
	4-2	↓	↓	51.4	-20℃	FD	9.1	0.089	-	41.3	-	
	4-3	↓	↓	40.3	7℃	50	13.5	0.060	-39.4	41.5	+8.1	
	4-4	↓	↓	39.1	-20℃	FD	6.8	0.099	-	38.4	-	
	4-5	↓	↓	32.6	7℃	50	12.4	0.057	-43.0	42.8	+0.2	
	4-6	↓	↓	27.5	-20℃	FD	0	0.100	-	42.7	-	

3.2.3 分析項目および分析方法

2.1 項に準じ、50%エタノールエキス量およびリグスティライド含量を分析した。

3.2.4 結果及び考察

実験結果を表 3 にまとめた。

一般的に各種乾燥・保存条件においても大きな差はなく、個体差の範囲内のものと考えられ、本実験条件下であれば十分現場対応が可能であると判断される。従って、以下の乾燥条件により機械乾燥化が可能と思われる。

- ① 一次乾燥条件は熱風乾燥 70℃以下とし、終点は水分率 50%以下とする。
- ② 一次乾燥後の保存は、約 7℃の環境下で 1 週間程度とする。
- ③ 二次乾燥条件は熱風乾燥 50℃以下の条件とする。

ブランチング処理はリグスティライド含量に若干の低下傾向が見られるものの、50%エタノールエキス量には影響を与えないものであった。ただし、50%エタノールエキス量について、各実験の対照品 (-20℃保存, FD) との比較を行なうと、ブランチングを行わない場合は増加傾向にあり、ブランチングを行った場合は減少傾向にあった。また、ブランチン

グ処理品の外観は本州産の大和当帰に似た仕上がりとなった。

4. まとめ

北海当帰の安定した供給と品質の確保を目的として、調製加工工程の現状調査および50%エタノールエキス量とリグスティライド含量を指標とした機械乾燥化の適応性に関する基礎的試験を行い、以下の知見を得た。

- (1) 調製加工の現状は人手に頼っており、全作業時間の約7割を調製加工工程で占めている。特に、はさ掛け、はさ降ろし、泥落とし作業における労働負荷が高く作業者の高齢化に伴い、早急に合理化が望まれている。
- (2) 熱風乾燥、遠赤外線乾燥、マイクロ波乾燥および真空乾燥の各種乾燥法に対しリグスティライドは安定であり、十分機械乾燥化が可能であることが確認された。
- (3) 上記指標から各種乾燥法を比較すると熱風乾燥法(50℃以下)が最も好ましいものであった。
- (4) ただし段階乾燥時には、一次乾燥を熱風70℃以下で行い、終点の水分率を50WB%以下とすれば上記指標上の問題は少ないことが確認された。
- (5) 一次乾燥後の水分率が50%以下であれば、その後7℃以下の環境下で1週間程度の保存を行っても上記指標上の問題は少ないことが確認された。

以上の様に、乾燥および保存条件の選定により、これまで難しいと考えられていた北海当帰の機械乾燥化に大きな可能性があることが示された。

本研究は、厚生省科学研究費補助事業による「老年性疾患に用いられる漢方方剤構成生薬の品質改善に関する研究」の一環として行われたものである。

参考文献

- 1) 尾谷 賢他：北海道立工業試験場報告，290，93 (1991)
- 2) 兼俊明夫他：北海道立衛生研究所報告，43 (1993)
- 3) 山岸 喬，金島弘恭：薬誌，97，237 (1977)