

調査・研究

『干しいもはハイテクの塊である』 ～甘藷蒸切干しの品質向上の試み～



(一社)日本食品包装協会理事長
元農林水産省食品総合研究所

石谷 孝佑

干しいもとの出会い

私が甘藷と出会ったのは、戦後間もない子供の頃である。田舎の実家で、甘藷を薄くスライスし、そのまま天日で干して保存性を高め、冬場に餅と同じようにあぶって食べた。これが、一番単純な甘藷の「生切干し」で、中国では今もたくさん作られ、様々な食品や資材を生産するための発酵原料として用いられている。

その後の甘藷との出会いは、私が農林水産省食品総合研究所に入所し、食品保全研究室で食品の保存性と品質を高める研究を始めていた昭和50年頃である。静岡県工業試験場（現在の静岡県工業技術センター）から前波さんという工学系の研究者が私の研究室に研修に来られ、静岡では、干しいもの品質向上の研究をしているということであった。早速、静岡の甘藷「蒸切干し」の加工現場を見学させていただき、そのレベルの高さに驚いた。

江戸時代、暖かい遠州（静岡）でとれた甘藷は、厳しい寒さの信州（長野）へ運ばれ、冬場の食糧として利用されたそうであるが、江戸後期になって、甘藷の輸送性、貯蔵性を高めるために甘藷の「蒸切干し」が考案され、明治初年に現在の形に近い製品が考案されたようである。

その後、1980年頃にアメリカ発の「食の低塩・低糖」の時代がやってきて、今まで塩辛かったものや甘かったものが薄味になり、脱酸素剤で品質を保持させていたお菓子類などが、酵母の発酵によって袋が膨れるという問題が多発するようになり、大きなトラブルになった。そこで、その保存技術の指導のために九州を訪れ、製菓原料である甘藷の「茹切干し」（煮切干し）を見せていただいた。

九州・長崎を中心に寒ころ餅という菓子があるが、これは甘藷の茹切干しを蒸し戻したものに餅粉を加えて臼で搗き、これをナマコ状に固めたもので、冬場に薄く切って焼いて食べる郷土食である。これが、食の低糖化により、殺菌条件を変えなければならなくなった。工場で見せていただいた原料の中には、既に中国産の茹切干しと思われる干しいもがあったが、当時はまだ品質が悪く、寒ころ餅にも使えないとのことであった。

干しいもは優れもの

天日による食品の乾燥は、有史以前の古くから行われており、開発途上国のみならず世界各地で食料を保存するために行われてきた。開発途上地域では、穀類・豆類、

香辛料、木の実などで天日乾燥が広く行われているが、生産効率や品質面へのこだわりなどの技術的な改善がなされないまま現在に至っている。

天日乾燥では、全ての多水分食品が同じように効率的に乾燥できるということではなく、当然ながら乾燥しやすいものと乾燥しにくいものがある。また、日照量が多い地域、気温が高く乾燥した地域が必ずしも乾燥食品の生産に適しているということではなく、量的に多く生産されていると言うことでもない。

天日乾燥による乾燥食品の生産は、先ずその地域で乾燥食品を生産する必要性（ニーズ）があり、乾燥される対象物があり、乾燥するための知恵（ノウハウ）が必要となる。それぞれの土地における経験の積み重ねによって生まれた知恵は、優れた伝統技術を生み、そこから近代的な技術も生まれてくる。技術は決して突然生まれるものではなく、人の努力の積み重ねの結果であり、一度生まれた技術は人から人へと伝えられ、深みを増し、異なったものへと変化しつつ必要とされる地域に広がっていくものと考えられる。

甘藷は、農産物の中で面積当たりの生産量が最も多く、条件の悪い土地でも生産が可能であるという優れた救荒作物としての特徴を持っている。そして甘藷は、蒸して干すことにより、重量と嵩が生いもの3分の1程度になり、貯蔵中の腐敗も防ぐことができ、手を加えることなくそのまま食べられることから、商品性、換金性の高い商品になる。静岡地方では、干しいものは、かつて「地域経済の生命線」とまで言われるようになっていた。そのため、干しいも生

産農家では、先祖伝来の知恵の結晶である伝統的な加工技術が他地域に漏れるのを防ぐために、農家の家長にだけその加工技術を継承させ、伝統を守ってきたという。

こうして静岡の干しいも製造技術は、江戸末期より「一子相伝」で秘密にされてきたので、なかなか研究の対象にはならなかったようであるが、戦後になり、製造工程を自由に見せてもらえるようになり、品質を向上させるために工業試験場で研究を始めたということであった。

蒸した甘藷は、糊化したでん粉であり、最も乾燥しにくいものの一つです。乾燥がうまく進まなければ、表面だけ乾燥していてもすぐに中から腐敗する。上手に乾燥された干しいもは、それほど固くならず、長期間の保存が可能で、いつでもすぐに食べられる美味しい簡便食であり、保存食にもなる。

現在では、カビを防ぐために脱酸素剤が利用できるので、乾燥も水分を少し高めにすることができるようになり、軟らかいものが食べられるようになった。また、乾燥したものを冷凍保存し、周年出荷することもできるようになった。最近では、温暖化の影響で冬場に雨が降ることも多くなり、天日乾燥を補うために乾燥機を導入し、人工乾燥も行われるようになっている。

干しいもはハイテクである

先ず、甘藷を収穫後に保管して熟成させ、でん粉を糖に変えて甘くするところから始まる。最近では、^{なめがた}行方農協などで行われているように、熟成のための品種別の貯蔵条件なども明らかにされつつある。静岡県では、以前から「泉13号」という品種が使わ

れ、収穫後に土に埋めて熟成をしていた。

干しいも製造のポイントは、甘藷の蒸し方とスライスした蒸しいもの天日乾燥法にある。まず、甘藷の蒸しの技術であるが、今日の科学的な知見から見ても矛盾なく説明できるものであり、完成度の高いものである。初めに蒸しの際の熱の通り方を考えて、甘藷を選別機でそれぞれの大きさに分け、それを揃えて大型の蒸籠に入れて蒸しを行う。原料いもは、400g位から800g位までの大きさで4～5段階に分けられる。一度に500kgから1 t以上の甘藷を蒸す大型の木製の蒸し器（蒸籠）は、温度を徐々に上げるのに効果的であり、また、最上部に乗せる重たい鬼蓋^{おにふた}により少し内圧が上がるようになっており、蒸しの温度が100℃を少し超えるところで維持される。鬼蓋には、圧力調節用の穴がついている。この内圧の上昇効果により、品質上問題となる「しろた（中白）」の発生がほとんどなくなるというメリットもある（表1）。また、蒸しの過程で甘藷に含まれるでん粉が糊化さ

れ、60～70℃の温度でアミラーゼによるでん粉の低分子化・糖化が効率的に起こり、甘味のあるマルトースが生成される。

製造のポイントは、甘藷の蒸し方とスライスした蒸しいもの天日乾燥法にある。これまで静岡産の蒸切干しの「高品質」の謎とされてきた蒸しの技術は、①甘藷を大きさ別に蒸し器に入れて積み上げること、②蒸しの均一化を図る大型の蒸し器を用いること、③いもの芯まで蒸し上がるように、僅かに圧力がかかる密閉構造の蒸し器を用いること、④大型の木製の蒸し器を用いて時間をかけ大量に蒸すことで、温度をゆっくり上げてでん粉を酵素糖化させること、⑤高温に達した段階でさらに時間（約100分）をかけて蒸すことにより、乾燥した後も蒸切干しが軟らかさを保つことができることなど、蒸し工程をとっただけでも、幾つもの工夫が複合したものであることが明らかになった。自然に圧がかかるようにして蒸し温度を少し上げるだけで、「しろた（中白）」の問題も解決できる（表2）。こ

表1 600g±20gの甘藷を大型の蒸し器に入れ、異なる条件で蒸した時の蒸し時間と「しろた（中白）」の発生との関係（しろた+あり、-なし）

Steam pressure (kgf/cm ²)	Steaming time (min)						
	40	50	60	70	80	90	100
0.8	+	+	+	+	+	+	-
1.1	+	+	+	+	+	-	-
0.8 熱湯の中を通す	+	+	+	-	-	-	

表2 甘藷の大きさと蒸し時間の長さによる「しろた（中白）」の発生との関係（しろた+あり、-なし）

Weight (g/tuber)	Steaming time (min)					
	40	50	60	70	80	90
400±20	+	-	-	-	-	-
500±20	+	+	-	-	-	-
600±20	+	+	+	-	-	-
800±20	+	+	+	+	-	-

のための専用の大型蒸し器の開発も行った。

また、もう一つは天日乾燥技術であり、蒸しいもを実際に乾燥する場所で、気象データをとって検証した結果、①静岡・遠州灘の海岸地方の冬場の気象条件、すなわち西の方向から一方的に吹き続け、一日を通して湿度が連続的に大きく変化する海風を巧みに利用した縦型の棚式乾燥法であること、②乾燥が可能な日数（4～5日間の晴天）を予め予想し、乾燥開始の時間など、乾燥のタイミングを的確に読むこと、③蒸しいもの乾燥は、湿度が高まり、表面硬化の起こりにくい夕方から乾燥を開始するこ

と、④乾燥速度は、湿度の高い夜間が大きいので、夜間に乾燥を継続すること、⑤乾燥後の仕上げの粉吹き工程により水分を均一化してカビの発生を防ぎ、さらに軟らかさを維持すること、などの工夫が複合したものになる。

図1では、1日の湿度の変化が大きいことが判り、夕方に湿度が急上昇し、夜明けとともに温度が上がり湿度が急速に下がっていることが判る。また、図2では、夕方から乾燥が始まり、夜間に急速に乾燥が進み、日の出とともに湿度が下がって表面硬化が起こって乾燥速度が下がり、再び夕方から乾燥速度が上がり、乾燥が進んでいる

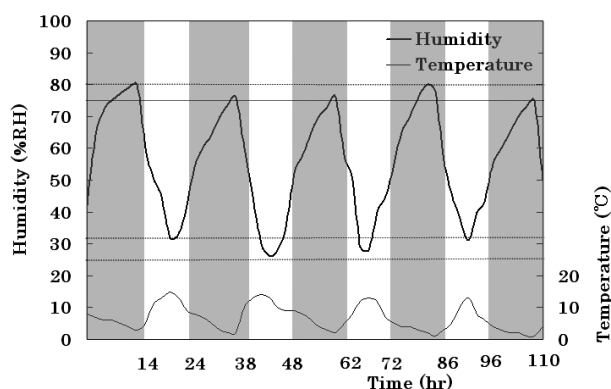


Fig.3-2 Changes of temperature and humidity suitable for sun-drying

図1 甘藷蒸切干しの乾燥中（5日間）における昼と夜（網掛け）の温度と湿度の変化

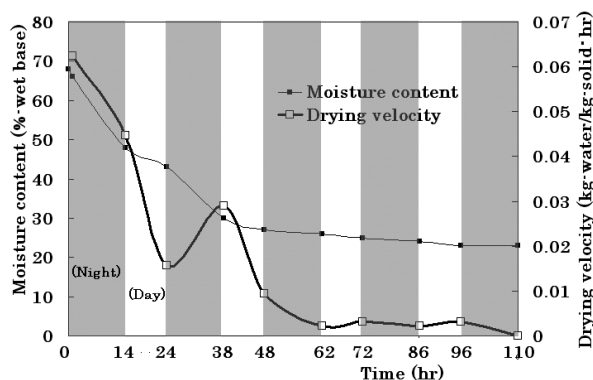


Fig.3-3 Relation between the moisture and drying velocity of steamed sweet potato

図2 甘藷蒸切干しの乾燥中（5日間）における昼と夜（網掛け）の乾燥速度（太線）と水分含量（細線）の変化

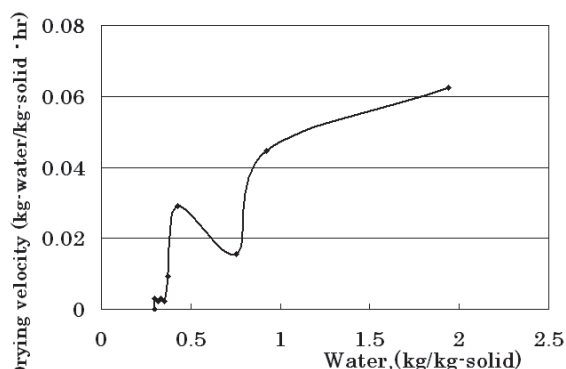


Fig.3-4 Drying characteristic curve of steamed sweet potato

図3 蒸しいもの乾燥曲線（縦軸：乾燥速度 横軸：固形物kg当たりの水分量）

ことが判る。こうして3晩で大半の乾燥が終わり、ほぼ4日半で乾燥が終了していることが判る。この時点での水分は23%で、水分活性は0.77である。すなわち、蒸しいものは湿度の高い夜に乾くのである。このことは、昆布の乾燥などでも知られている。

この蒸しいもの乾燥過程の乾燥曲線をとってみると、水分が50%以下になるところ

で自由水がほぼなくなって乾燥速度が落ち、4日目ではほぼ乾燥していることが判る（図3）。

蒸しいもの乾燥の方法は、図4で分かるとおり、静岡は縦型で風を利用したものであり、茨城は平置きで日照を利用しており、両者でかなり違う。

干しいも製造の熟練者は、長年の工夫や



図4 蒸しいもの乾燥方法 風を利用する縦型の静岡方式（上2枚）と平置きの茨城方式（下2枚）

勘と経験から最適な作業条件を創り出している。天日乾燥には、冬に晴天の日が4～5日間以上続くことが必要であり、近年の温暖化により良い条件で天日乾燥を行うことがますます難しくなっている。

そこで、この問題を解決するために短時間で乾燥できるトンネル式通風乾燥機や遠赤外線乾燥機などが導入され、天日乾燥の補助手段として使われている。

トンネル式通風乾燥機の場合、作業実態を検証した結果、乾燥製品に水分のムラが発生しており、この水分をできるだけ均一化するために夜間に棚の入替え作業を行っており、乾燥が終わった後も、1日以上かけて水分を均一化するための天日乾燥を行っているようである。しかし、それでも製品の水分ムラは完全にはなくなっておらず、カビの発生などの原因になっているようである。

前波氏は、このような蒸切干しの品質向上と夜間作業などの問題を解決するために、天日乾燥やトンネル式通風乾燥の優れた点を生かしつつ、新しい考え方に基づく低温調湿乾燥技術を開発し、この乾燥技術をさらに発展させて、乾燥ムラのできない様々なタイプの双方向風低温調湿乾燥機などを開発している。

これらの低温調湿乾燥技術を用いると、干しいもだけではなく、日本の伝統乾燥食品や、伝統加工食品などの生産効率を高めたり、品質を向上させたりすることができるし、開発途上国における農産物の収穫後の腐敗などによるロスを減らしたり、品質の良い製品を作ったり、商品の付加価値と貯蔵性を高めることにも大きく貢献するのではないかと期待している。

また、農産物を乾燥することにより、乾燥製品として輸送性を大幅に向上することができ、食料を必要としている途上国の都市部に食料を輸送したり、貧しい農村地帯で付加価値の高い製品を作り、食料を貯蔵したりすることも容易になり、新たな需要を作り出すことにも貢献できると考えている。その中心には、干しいもを代表とする糊化でん粉食品や糖の多い果実類の乾燥がある。

このようにして、伝統加工技術から生まれた自然に優しい乾燥技術が、食料の無駄を減らし、付加価値を向上させることにより、世界の食料問題に大きく貢献することが期待される。なお、前波氏は、この甘藷蒸切干しの研究で博士号を授与されている。