

豆類の脱湿・吸湿時における挙動について

上中登紀子, 杉本 優子, 濱田 美穂, 福田 満, 豊沢 功
(武庫川女子大学生生活環境学部食物栄養学科)

Behavior of Beans during Dehumidification and Humidification

Tokiko Uenaka, Yuko Sugimoto, Miho Hamada,
Mitsuru Fukuda and Isao Toyosawa

*Department of Food Science and Nutrition,
School of Human Environmental Sciences,
Mukogawa Women's University, Nishinomiya 663, Japan*

The changes in water contents of adzuki beans, cowpeas, toramames (a variety of kidney bean) and soybeans during removal and absorption of moisture were investigated to clarify the effect of humidity on behavior of beans. It was found that dehumidified adzuki beans hardly absorbed moisture even if they were put in the overhumid circumstance for a long time and the dehumidification of adzuki beans occurred through hilum. Beans other than adzuki beans absorbed more moisture than the original water content by addition of moisture after dehumidification. Adzuki beans were used as the stuff for packing into pillow in Japan till recent years. This suggests that the characteristics on dehumidification and humidification of adzuki beans were utilized for the material.

緒 言

豆類の吸水に関する研究は多いが、脱湿・吸湿に関しては、豆類の平衡水分について若干の報告があるのみで¹⁾²⁾極めて知見に乏しい。しかし、脱湿・吸湿時における水分含量の変動は、貯蔵中における豆類の品質保持にとって極めて重要な問題である。そこで、わが国で広く利用されているアズキ、ササゲ、トラマメ、ダイズを試料として、脱湿・吸湿時における挙動を追究した。

その結果、アズキは平衡水分値の近くまで脱湿されると、多湿な環境下でも長期間にわたって僅かしか吸湿しなくなること、アズキの脱湿はヘソを通じて進行する可能性の高いことなどを明らかにした。また、脱湿させると極端に吸湿しにくくなるという

アズキの特性は、枕の詰め物として日本の伝統的な生活文化の中に生かされていたのではないかと考え、ソバ殻と対比して脱湿・吸湿実験を行い、考察を加えた。

実験方法

1. 試料

実験に用いた試料は、平成8年京都府産アズキ(京都大納言)、平成8年産市販ササゲ(備中ササゲ)、平成5年北海道産トラマメ、平成7年福井県産ダイズ(エンレイ)である。また、ソバ殻には、平成7年産信州大ソバの種子を特殊型ピンセットで縦に切断し、内胚乳などを取り出して得た果皮を用い、いずれの試料も密閉容器に入れて4℃に保存し、適宜使用した。

2. 初期水分の測定

試料の水分含量を測定するため、小型粉砕器で試料を粉砕し、予め恒量にした秤量缶に粉砕試料約4gを精秤し、120℃で1時間乾燥後、デシケーター中で30分放冷して精秤した。この操作を繰り返して得られた恒量値より、初期水分を算出した。

3. 脱湿および吸湿方法

各試料約4gを種子のままフィルムケース(径3cm, 高さ3cm)に入れ、R.H.20%に調整したプラスチック製密閉容器に入れて20℃の恒温器中で一定期間静置し、経時的に重量を測定して水分含量を求め、脱湿曲線を作成した。この試料をさらに吸湿させる場合は、R.H.76%, 20℃で一定期間吸湿させ、上記の要領で吸湿曲線を求めた。

なお、相対湿度の調整は、R.H.20%の場合は酢酸カリウムの飽和溶液を、R.H.76%の場合は酢酸ナトリウム(3水塩)の飽和溶液を用いた。

4. 豆類の封印実験

豆の種皮組織(種瘤, ヘソ, ミクロパイル)が、脱湿, 吸湿にどのように関与しているかを調べるため、これらの各組織を封印して脱湿および吸湿実験を行った。封印剤にはオープン化粧品株式会社に依頼して特別に調製したニトロセルロースとアルキッド樹脂を主成分とするマニキュアを使用し、豆の種瘤, ヘソ, ミクロパイルの各部位に、解剖針で塗布して室温で1時間乾燥させた。

なお、ヘソの封印は完全にするため、ヘソ上部のワタ状組織を除去してから行った。各部位を封印した試料はそれぞれ10粒ずつフィルムケースに入れ、一定期間脱湿後、さらに吸湿を一定期間継続した。また、未封印のまま脱湿し、封印・吸湿を行った試料と、封印後吸湿のみを行った試料についても同様に検討した。

実験結果および考察

1. 豆類の脱湿・吸湿曲線

アズキ, ササゲ, トラムメ, ダイズの初期水分は、それぞれ13.3%, 11.7%, 14.2%, 11.1%であったが、R.H.20%で50日間脱湿させると、Fig. 1に示したように水分含量はいずれも日数の経過とともに減少し、初期水分を100とした場合の50日目の比率は、それぞれ61.2, 63.3, 47.3, 42.7と減少した。このように水分減少率はダイズが最も

大きく、次いでトラムメ, アズキ, ササゲの順であったが、脱湿パターンは豆類によってかなり異なり、ダイズは脱湿初期から急激な減少を示し、脱湿1日目で初期水分の約22%も減少した。その後、7日目頃より緩やかとなり、40日目には平衡状態に達した。トラムメはダイズより少し緩慢ではあるが、脱湿15日目まではやや急激に減少し、それ以後も徐々に減少を続け、50日目でもまだ平衡状態に達していなかった。一方、アズキとササゲはトラムメよりもさらに緩やかに減少し、その減少パターンは互いに類似していた。

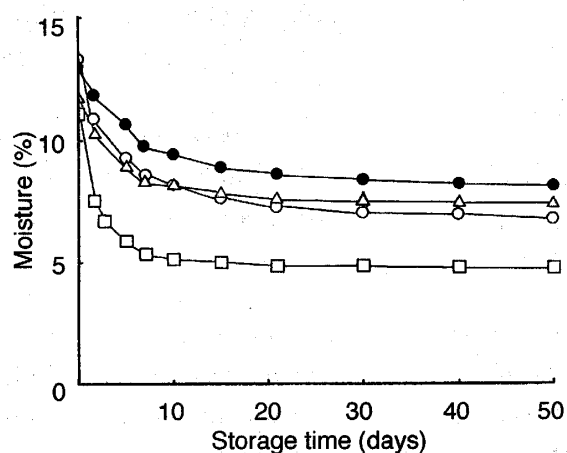


Fig. 1. Moisture loss in beans during dehumidification

●, adzuki bean; △, cowpea;
○, toramame; □, soybean.

Beans were stored under the circumstances of R.H.20% and 20℃.

次に、これらの脱湿豆類をR.H.76%に移して吸湿させ、Fig. 2の結果を得た。76日間吸湿させると水分含量は、アズキ8.5%, ササゲ12.7%, トラムメ16.5%, ダイズ13.9%となり、アズキ以外の豆類は初期水分値を上回ったが、アズキは初期水分値の約64%までにしか復元しなかった。各々の吸湿曲線を見てみると、ダイズは脱湿時と同じように吸湿初期には急激に増加し、吸湿7日目で初期水分値に近づき、その後も徐々に増加した。トラムメの吸湿速度はダイズよりもやや遅く、初期水分値とはほぼ等しくなるのは吸湿20日目頃である。一方、脱湿時に類似したパターンを示したアズキとササゲは、吸湿時にはやや異なるパターンを示した。すなわち、ササゲは緩やかながら徐々に増加して53日目

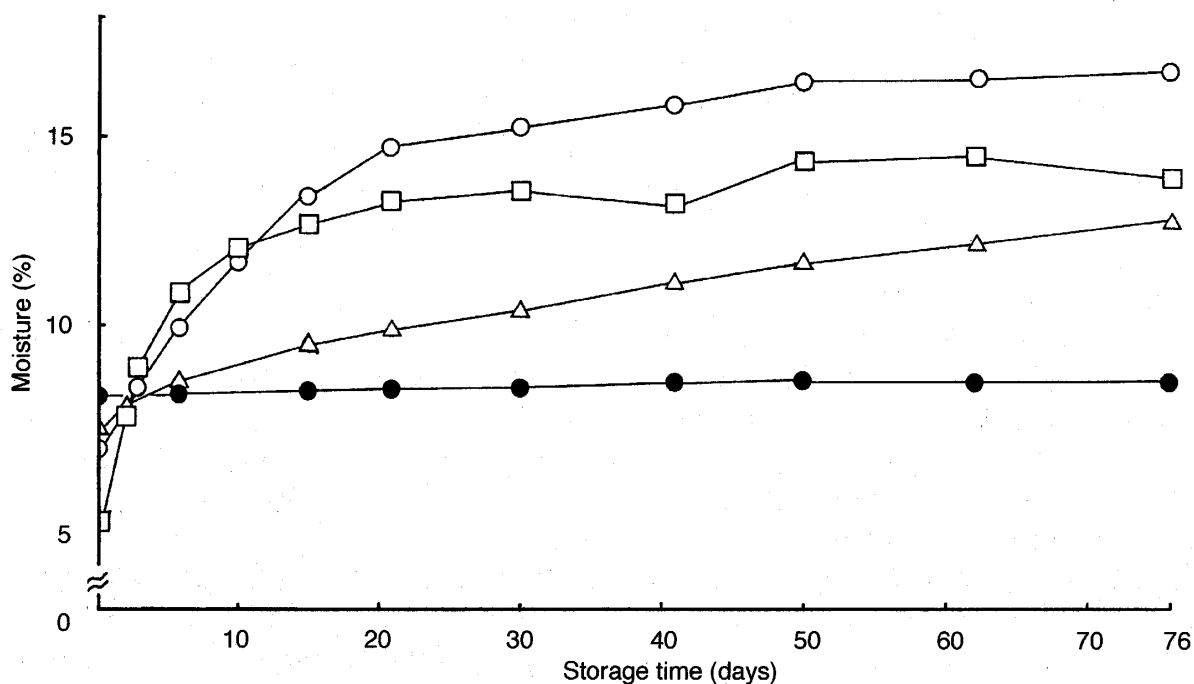


Fig. 2. Moisture uptake in dehumidified beans during humidification
 ●, adzuki bean; △, cowpea; ○, toramame; □, soybean.
 Beans were stored under the circumstances of R.H.76% and 20°C.

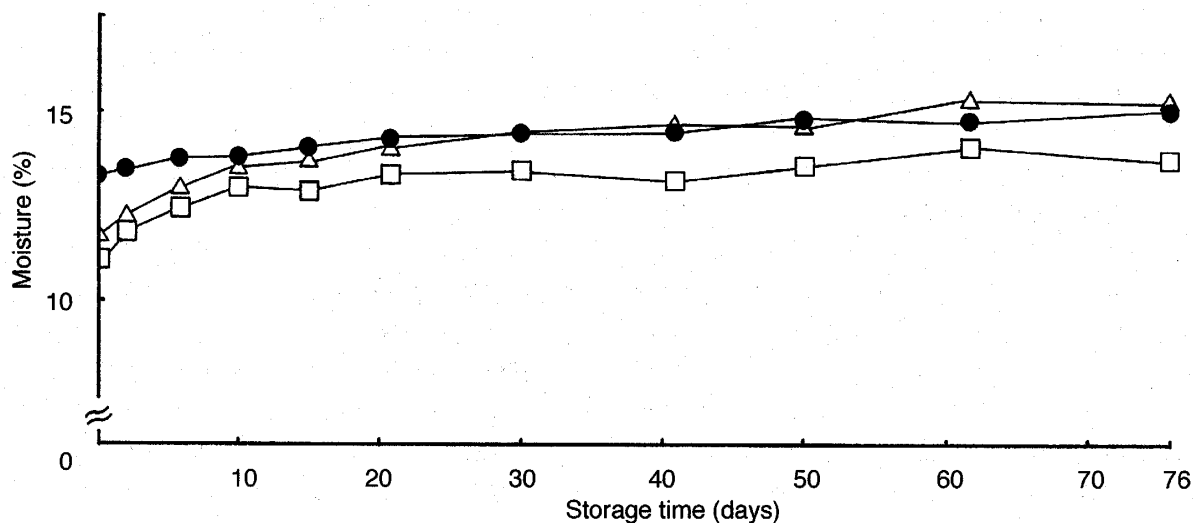


Fig. 3. Moisture uptake in beans during humidification
 ●, adzuki bean; △, cowpea; □, soybean.
 Beans were stored under the circumstances of R.H.76% and 20°C.

には初期水分とほぼ同じ値になったが、アズキは76日間吸湿させても増加量は著しく少なく、水分含量が8.1%になるまで脱湿してしまうと、それ以後は吸湿が極度に抑制されることが分かった。

このような豆類の脱湿が吸湿に及ぼす影響を検討するため、対照として豆類を脱湿せずに76日間吸湿のみを行い、経時的に水分変化を追跡した。その結果はFig. 3に示したように、いずれの豆類も水

分含量は増加して、吸湿 76 日目にはアズキ 14.9%、ササゲ 15.2%、ダイズ 13.7% となり、いずれも初期水分値を上回った。この結果を Fig. 2 と比較すると、ダイズは吸湿 21 日目以降は両者とも比較的類似したパターンを示したので、ある程度吸湿すれば、それ以後は脱湿の影響はほとんど現れないものと考えられる。ササゲの水分含量は、76 日目には脱湿後吸湿したもの(12.7%)よりも吸湿のみ行ったものの方が 15.3% と大きく、両者の間には 2.6% の差が生じた。したがって、ササゲは脱湿させるとその履歴が影響して吸湿はやや抑制されると考えられる。一方、アズキはそのまま吸湿させると、76 日目には水分含量が約 1.6% 増加しているので、一度脱湿させるとその履歴の影響は著しく大きく、多湿環境で長期間保存しても、ほとんど吸湿しなくなるという特異現象を示すことが判明した。

2. アズキの脱湿状態が吸湿時の水分変化に及ぼす影響

このようにアズキの吸湿は他の豆類と異なり、脱湿の影響を著しく受けやすい特性があるので、次にアズキの脱湿程度が吸湿に及ぼす影響について調べた。アズキを直接 R.H.76% で 50 日間吸湿させると、水分含量は 13.3%→14.6% へと 1.3% の増加を示した。脱湿を 4 日間行った後、50 日間吸湿させた場合は 10.9%→11.9%(+1%)、脱湿 7 日後吸湿させた場合は 10.1%→11.0%(+0.9%)、脱湿 16 日後吸湿の場合は 8.9%→9.8%(+0.9%)、脱湿 50 日後吸湿では 8.1%→8.4%(+0.3%) と脱湿期間が長くなるほど、また水分含量が少なくなるほど、吸湿力は低下し、しかもその性質は長期にわたって維持されることが分かった。アズキのこのような特性は、他の豆類には全く見られず、アズキは水分含量を適度に調整すれば、多湿な環境下でも長期にわたる保蔵を可能にすることを示すものであり、サイロなどでのアズキの貯蔵法に一つの示唆を与えるものと考えられる。

3. アズキ種皮組織の封印が脱湿・吸湿に及ぼす影響

アズキの種皮は豆類の中でも特に硬く、ダイズのように多数のピットが種皮表面に存在するわけでもないので、脱湿・吸湿時における水分子の出入りには、アズキ種皮の種瘤、ヘソ、マイクロパイルのいずれかが関与していると考えられる。そこで、この点について追究するため、これらの部位を封印して、

脱湿・吸湿実験を行った。

その結果、Fig. 4 のように種瘤またはマイクロパイルを封印した場合の脱湿曲線はコントロールとはほぼ類似していて、脱湿 21 日間で水分含量は 13.3%→約 8.9% と約 4.4% 低下したが、ヘソ封印の場合は 21 日間で僅か 0.3% しか下がらなかった。したがって、脱湿はヘソを通じて行われている可能性が高く、種瘤とマイクロパイルはほとんど関与していないと考えられる。また、これらの試料を 21 日間吸湿させた場合は脱湿の履歴現象が明確に現れ、全く封印していないコントロールでもほとんど吸湿しない。しかし、これらの部位が吸湿とどのように関わっているか、その詳細については現在のところ不明である。

次に、アズキを R.H.20% で 21 日間脱湿させ、水分含量を 8.9% に低下させた試料を封印して、R.H.76% で 21 日間吸湿実験を行った。その結果は Fig. 5 に示したように、種瘤、ヘソをそれぞれ封印した場合、水分の増加は全く見られず、マイクロパイル封印の場合のみコントロールよりもやや増加することが分かった。

脱湿を行わずに各部位を封印した後、R.H.76% で 21 日間吸湿させた場合は、Fig. 6 に示したように、コントロールを含めて、いずれも水分は徐々に増加したが、種瘤、ヘソを封印した場合の増加はコントロールよりも低い値を示し、マイクロパイル封印の場合のみ、コントロールよりも僅かに増加していた。

封印にはアズキの正常な生理現象を部分的に阻害する可能性も予想されるが、以上の結果から考えると、アズキの脱湿には主としてヘソが、また吸湿時には種瘤とヘソが関与しているものと推察される。

ササゲ、トラマメについても、アズキと同様の実験を行った。その結果、ササゲはヘソを封印した場合のみ脱湿がかなり抑制されたので、脱湿時に主として関与するのはアズキと同様にヘソであろうと考えられる。トラマメの場合は、どの部位を封印しても、脱湿・吸湿が妨げられることはなかった。したがって、トラマメの脱湿・吸湿は、特定の部位に限定されることなく、かなり広範囲にわたる種皮表面から行われている可能性が予測される。

4. 枕の詰め物としてのアズキとソバ殻

アズキは江戸時代から枕やお手玉の詰め物として広く使われてきたが³⁾、前記のように一度脱湿する

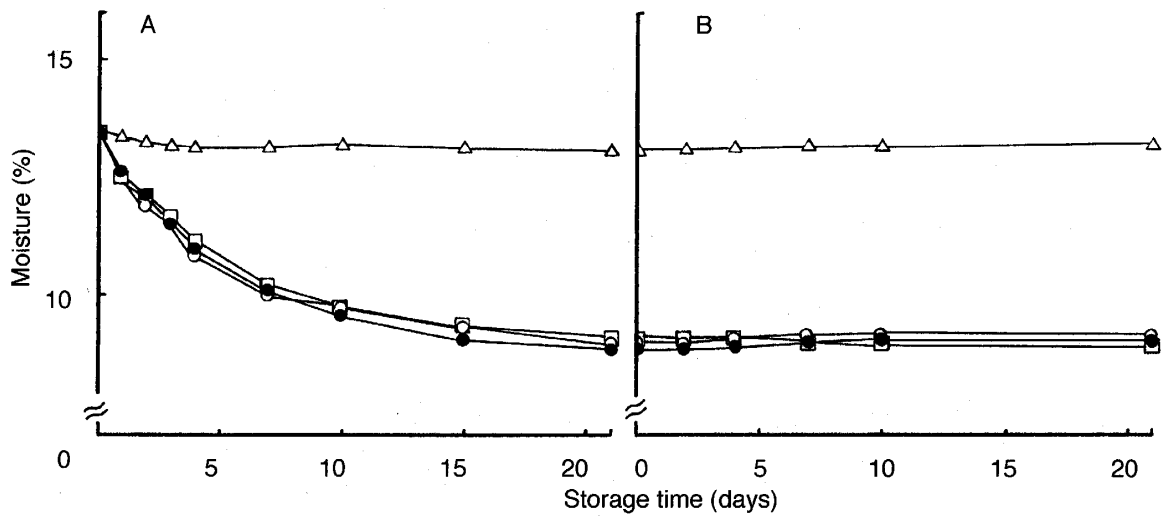


Fig.4. Moisture loss and uptake in adzuki beans previously sealed at different points

○, strophiole was sealed; △, hilum was sealed; □, micropyle was sealed; ●, control without sealing.

A, beans were stored under the circumstances of R.H.20% and 20°C;

B, beans were stored under the circumstances of R.H.76% and 20°C.

The dehumidification of beans(A) was followed by the humidification(B).

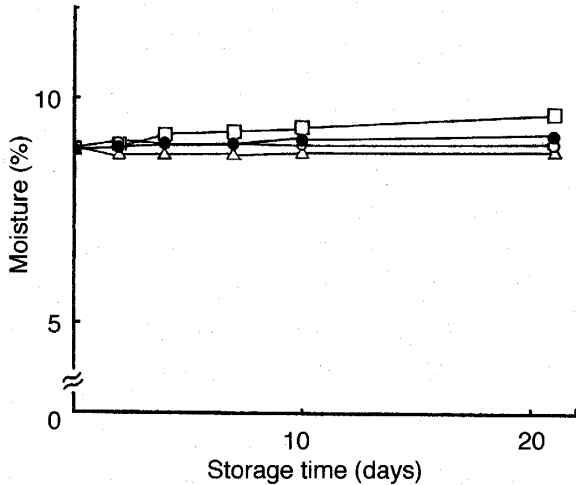


Fig.5. Moisture uptake in adzuki beans sealed at different points after dehumidification

○, strophiole was sealed; △, hilum was sealed; □, micropyle was sealed; ●, control without sealing.

Beans were stored under the circumstances of R.H.76% and 20°C.

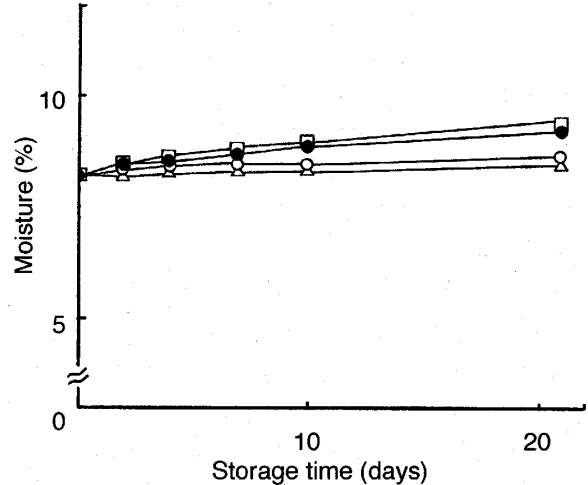


Fig.6. Moisture uptake in adzuki beans sealed at different points

○, strophiole was sealed; △, hilum was sealed; □, micropyle was sealed; ●, control without sealing.

Beans were stored under the circumstances of R.H.76% and 20°C.

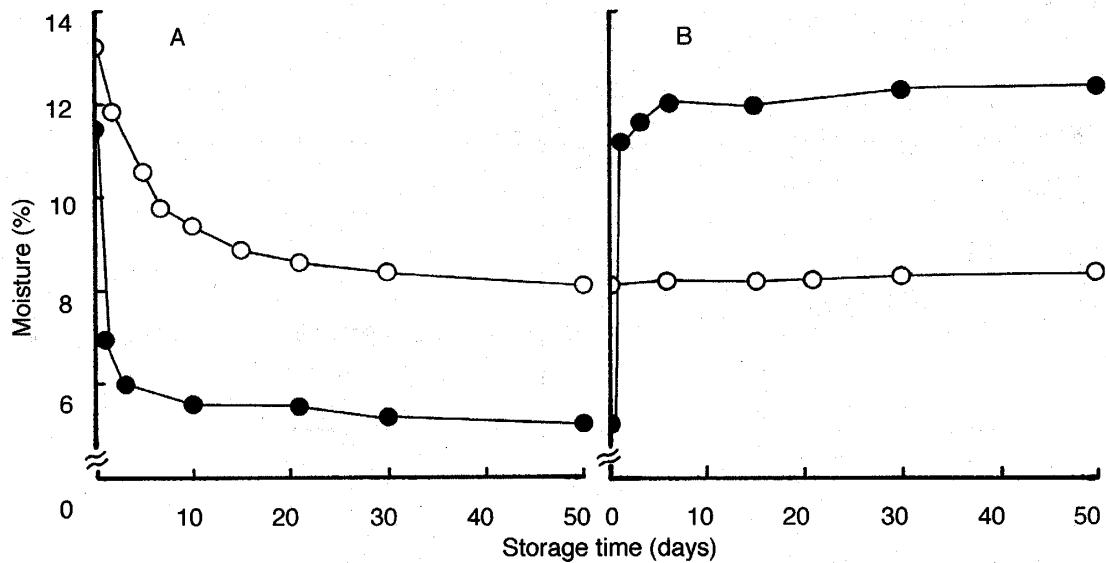


Fig. 7. Moisture loss and uptake in adzuki bean and buckwheat hull during dehumidification and humidification
○, adzuki bean; ●, buckwheat hull.
A, beans and hulls were stored under the circumstances of R.H.20% and 20°C; B, beans and hulls were stored under the circumstances of R.H.76% and 20°C.

と、多湿な環境下でも長期にわたってほとんど吸湿しないという特性が活かされたのではないかと考えられる。そこで、枕の詰め物として現代でも一部で愛用されているソバ殻と対比しながら、脱湿・吸湿実験を行い、アズキの枕への適性について調べた。枕の詰め物としては、汗を吸い取りやすく、しかも乾燥性の早い性質が好ましい。

実験の結果、Fig. 7に示したように、ソバ殻の水分はR.H.20%では1~2日で急速に減少するが、その後R.H.76%におくと、僅か1日ではほぼ元の水分含量に戻る。このように脱湿・吸湿ともに極めて迅速であるのは、ソバ殻が四面体で表面積が大きく、空気の流通性が良いためと考えられる。

一方、アズキはFig. 7のように、脱湿は緩やかに進行するが、脱湿後は多湿条件においてもほとんど吸湿しないというソバ殻にも見られない特色がある。天日干しなどで十分乾燥したアズキは吸湿性が極めて小さく、また吸水初期には種瘤のみから徐々に吸水するというアズキ特有の性質も手伝って、就寝中に汗をかいてもほとんど吸湿しないと考えられる。またアズキの空気流通性はソバ殻よりも良く、放熱力はソバ殻の約1.8倍とされており⁴⁾、頭を冷すという点、硬くて壊れにくい点では、アズキの方が優れている。多くの豆類の中でもアズキにのみ特

有のこのような性質が生活体験の中から見いだされ、古くから枕やお手玉の詰め物として活用されてきたと考えられる。

要 約

1. アズキ、ササゲ、トラマメ、ダイズをR.H.20%、20°Cで50日間脱湿させると、水分含量の40~60%が減少した。脱湿後の試料を引き続きR.H.76%、20°Cで76日間吸湿させると、アズキ以外の豆類の水分は、いずれも実験開始時の初期水分値を上回る程度にまで増加したが、アズキは初期水分値の約64%までしか回復しなかった。
2. 封印実験の結果、アズキの脱湿の大部分はヘソを通じて行われていることが分かった。ササゲの脱湿にもヘソがかなり関与している。
3. ソバ殻とアズキを対比して脱湿・吸湿実験を行い、それぞれの特性を検討した結果、ソバ殻は脱湿、吸湿ともに著しく急速であること、アズキは脱湿すると極度に吸湿しにくくなること、枕の詰め物として古くから利用されていた一因であろうと考察した。

各種の豆類をご提供頂きましたホクレン大阪支店、タムラ株式会社に厚く御礼申し上げます。また、ソバ殻を本学食物栄養学科清原利文教授から供与を受けたことを深謝いたします。

文 献

- 1) 堤 忠一, 小泉 英夫, 食糧研究所研究報告, **22**, 130-134(1967)
- 2) 石橋 憲一, 弘中 和憲, 中川 利, 帯広畜産大学学術研究報告, **17**, 385-389(1992)
- 3) 白崎 繁仁, 枕の博物誌, 北海道新聞社, 北海道, pp.239-241(1995)
- 4) 矢野 憲一, 枕の文化史, 講談社, 東京, pp.156-163(1985)