

技術報告

パーシャルシール包装による青ネギの 鮮度保持技術

鈴木 芳孝*, 宮崎 清宏*, 石川 豊**,
鶴永 陽子***, 今堀 義洋****

Partial Seal Packaging for Welsh Onions (*Allium fistulosum* L.)

Yoshitaka SUZUKI*, Kiyohiro MIYAZAKI*, Yutaka ISHIKAWA**,
Yoko TSURUNAGA*** and Yoshihiro IMAHORI****

青果物をフィルム包装する際、シール部に微細な空隙部を残してガス透過性を調整するパーシャルシール包装を青ネギに応用し、実用的な出荷法について検討した。黄化の抑制効果、異臭の発生およびヒートシール強度を考慮すると、新たに作成したシール部幅 4 mm、溶着幅 0.4 mm、非溶着幅 0.6 mm のタテ目と溶着幅 7.6 mm、非溶着幅 2.4 mm の斜め目を組み合わせたシール形状が青ネギのパーシャルシール包装として適すると考えられた。青ネギ 1 束 150g を厚さ 25 μm、大きさ 90 mm × 740 mm の OPP 製袋で包装する夏期の輸送シミュレーション試験において、パーシャルシール包装と段ボール箱を組み合わせた新出荷法は、有孔包装と発泡スチロール容器を組み合わせた現行法に比べて、袋内が低濃度酸素・高濃度二酸化炭素状態で安定して推移し、葉の黄化が著しく抑制されるとともに、糖およびアスコルビン酸含量が高く保持された。

Partial seal packaging, a new type of modified atmosphere packaging, was applied to Welsh onions to develop a practical distribution method. Leaf yellowing, off-odor and heat seal strength of the film were examined. The most suitable partial seal packaging for Welsh onions comprised a 4-mm wide oblique sealed lane, 0.4-mm wide oblique fused part, 0.6-mm wide oblique non-fused part with 7.6-mm wide oblique fused part, and 2.4-mm wide oblique non-fused part. A simulation test for summer distribution of a 150-g bundle of Welsh onions packed in a 25-μm thick oriented polypropylene bag (90 mm x 740 mm) showed that a new distribution method combining partial seal packaging with a cardboard container maintained a low oxygen and high carbon dioxide environment in the bags and markedly suppressed leaf yellowing, compared to the current method combining perforation packaging with a polystyrene container. In addition, the sugar and ascorbic acid content was better retained in Welsh onions using partial seal packaging than the current packaging method.

キーワード: 包装、ネギ、鮮度、黄化、出荷法

Keywords : Packaging, Welsh onion, Freshness, Leaf yellowing, Distribution

*高知県農業技術センター(〒783-0023 高知県南国市廿枝 1100), Kochi Agricultural Research Center, 1100 Hatacda, Nankoku, Kochi 783-0023, Japan

**独立行政法人農業・食品産業技術総合研究機構食品総合研究所(〒305-8642 茨城県つくば市観音台 2-1-12), National Food Research Institute, National Agriculture and Food Research Organization, 2-1-12 Kannondai, Tsukuba, Ibaraki 305-8642, Japan

***広島文教女子大学(〒731-0295 広島県広島市安佐北区可部東 1-2-1), Hiroshima Bunkyo Women's University, 1-2-1 Kabehigashi, Asakita-ku, Hiroshima, Hiroshima 731-0295, Japan

****大阪府立大学大学院農学生命環境科学研究科(〒599-8531 大阪府堺市学園町 1-1), Graduate School of Agriculture and Biological Sciences, Osaka Prefecture University, 1-1 Gakuen-cho, Sakai, Osaka 599-8531, Japan

著者連絡先: TEL:088-863-4912, FAX:088-863-4913, Email:yoshitaka_suzuki@ken2.pref.kochi.jp

1. 緒言

高知県では露地で周年栽培される葉長 45～70 cmの葉ネギを「青ネギ」、ビニルハウスなどの施設で周年栽培される葉長 40～60 cmの葉ネギを「小ネギ」として用途により区別して販売している (Fig.1)。

青ネギは、開孔率 0.05%の有孔フィルム個包装と発泡スチロール容器を組み合わせる出荷されているが、輸送に長い時間を要するため、流通中に葉の黄化が発生して問題となっている。一方、小ネギについては、これまでにパーシャルシール包装による鮮度保持技術が開発され¹⁾、現地ですでに活用されている。

パーシャルシール包装とは、青果物をフィルム包装する際に、微細な空隙部をセンターシール部に残して袋内の酸素および二酸化炭素濃度を適度に調節する簡易な MAP (Modified Atmosphere Packaging) である²⁾。具体的には横型ピロー包装機を用い、包装す

る青果物の呼吸量に合わせてセンターシールローラーの表面形状(シール形状)を変えて、ガス透過量を調節する。これまでに、シール形状を変えることによって、ニラ³⁾、ナバナ⁴⁾、青ウメ⁵⁾など野菜や果実の鮮度保持効果が確認されている。本包装法は既存包装機のセンターシールローラーの交換のみで実施できることから、すでにニラと小ネギの産地に導入され、市場で高い評価を得ている。

パーシャルシール包装の青ネギへの応用を予備実験で行ったところ、小ネギ用のパーシャルシール包装では異臭の発生がみられたので、小ネギとの違いを明らかにし、生理特性を解明するとともに、青ネギに適するパーシャルシール形状を作成し、温度変化を伴う流通に対応する鮮度保持包装技術を検討した。

2. 材料及び方法

2.1 供試材料

呼吸量の実験には高知県香美市の露地で栽培された青ネギおよびビニルハウス内で栽培された小ネギを供試し、2005年7月および10月の収穫物を用いた。シール形状の実験には2006年7月28日、出荷方法の実験には2006年9月9日に収穫した青ネギを、1束150gに調製して各実験に用いた。個包装には厚さ25 μ mのポリプロピレンフィルムを用い、袋の大きさを90mm×740mmとした。これは一般に用いられる荷姿である。

2.2 呼吸量の測定

約300gの青ネギおよび小ネギを11.3Lの塩



Fig.1 Classification of Welsh onions grown in Kochi prefecture. A: *aonegi*; B: *konegi*.

ビ製容器に入れて 20℃で密封し、容器内の二酸化炭素濃度をガスクロマトグラフィーで測定して、2 時間の変化から呼吸量を求めた。各測定は 10 反復行った。

2.3 パーシャルシール包装のシール形状

Fig.2 に本実験に用いた 3 種類のシール形状を示した。1 型は、小ネギ用としてすでに実用化されているもので、シール部幅 3mm、非溶着部をシール幅に対して角度 25 度にとり、溶着幅 7.6mm、非溶着幅 2.4mm のシール形状とした。2 および 3 型はガス透過性の向上を目指して 2 型は、シール部幅 2 mm のタテ目で溶着幅 0.4mm、非溶着幅 0.6mm のシール形状とし、3 型は、シール部幅 4mm で、溶着幅 0.4mm、非溶着幅 0.6mm のタテ目と溶着幅 7.6mm、非溶着幅 2.4mm の斜め目を組み合わせたシール形状とした。

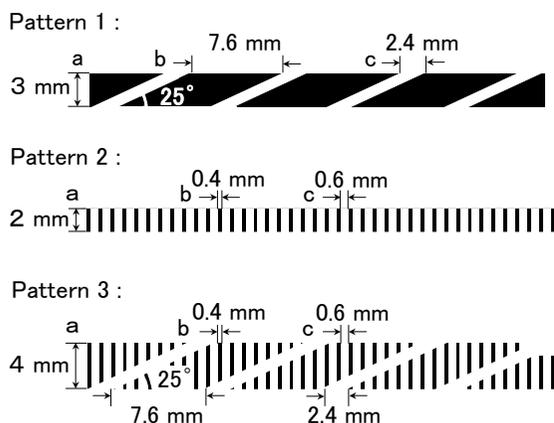


Fig.2 Sealing patterns of partial seal packaging. a, sealed lane; b, fused part; and c, non-fused part.

2.4 出荷方法

開孔率 0.05%の有孔包装と発泡スチロール容器（内寸法：W245×D650×H240mm）を組み合わせた方法を現行法、Fig.2 の 3 型のシール形状のパーシャルシール包装と段ボール箱（内寸法：W245×D650×H235mm）を組み合わせた方法を新出荷法として、それぞれ 1 箱の容器に 30 袋を入れた。

2.5 貯蔵方法

収穫日（貯蔵 0 日）から 5℃で予冷を開始して、収穫翌日の予冷終了後に包装を行った。夏期の高知県から大阪市場までの輸送シミュレーションとして、温度と経過時間を次のように設定した。収穫後の調整作業を想定して 30℃で 12 時間、予冷を想定して 5℃で 12 時間、トラックへの積み込みを想定して 30℃で 8 時間、冷蔵コンテナでの輸送を想定して 20℃で 8 時間、市場到着後の保管を想定して 30℃で 8 時間とし、セリ日にあたる貯蔵 2 日目以降は量販店での販売を想定して 15℃とした。なお、出荷方法の検討において、現行法ではセリ日にあたる貯蔵 2 日目には量販店等で発泡スチロール容器から取り出されて個包装の形態で陳列されることが想定されるので、貯蔵 2 日目に発泡スチロール容器から取り出して段ボール箱内で貯蔵した。

2.6 ガス組成の測定

酸素および二酸化炭素の濃度について、ガスクロマトグラフィー（島津 GC-15A、検出器 TCD、カラム：信和化工 ZY-1、二酸化炭

素用にボラパック Q、1.5m×3 mm内径、酸素用にはモレキュラーシーブ 5A、2.5m×3 mm内径、カラム温度：80℃、キャリアガス：ヘリウム）で測定した。なお、シール形状の実験では貯蔵5日目に各区15袋を測定し、出荷方法の実験では貯蔵2日から6日目まで毎日各区20袋を測定した。

2.7 ヒートシール強度の測定

ヒートシール強度は、溶着面の引き裂きテスト⁹⁾により計測を行った。ヒートシール部分に対して直角の方向に幅15mm、展開長さ100-150mmになるように試験片を採取した。ヒートシール部を中央にして180°に開き、試験片の両端をインストロン社製万能物性試験器 (Model 5542) のつかみ治具に取り付け、300mm/minの速度でヒートシール部が破断するまで引っ張り加重を加え、その間の最大荷重 (N) を求め、ヒートシール強度とした。各測定は20反復行った。

2.8 ネギの品質評価

(1) 外観品質および異臭の発生

黄化葉の発生について、0:全く発生なし、1:0.1~2.0 cm黄化、2:2.1~5.0 cm黄化、3:5.1~10.0 cm黄化、4:10.1 cm以上黄化の指数別に分け、各10袋を調査して下式により発生度として示した。発生度=Σ(指数×指数別葉数) / (4×調査葉数) ×100

異臭については訓練された3人のパネルにより0:異臭なし、1:わずかに臭う、2:少し臭う、3:明らかに臭う、4:激しく臭う、

の5段階に分けて各20袋を調査し、その平均値を異臭度として示した。

(2) 成分分析

糖は80%エタノールで抽出し、HPLC (日本分光 RI-1530、検出器 RI、カラム:TOSOH Amide-80、250mm×4.6mm内径、カラム温度:80℃、溶離液:アセトニトリル80%、流速:1.0L/min) を用い、マルトースを内部標準としてグルコース、フラクトース、スクロースを測定し、これらの合計値で示した。還元型アスコルビン酸 (以下、アスコルビン酸と表記) 含量は5%メタリン酸で抽出し、HPLC (日本分光 870-UV、検出器:UV (243nm)、カラム:TOSOH ODS-80TS、250 mm×4.6mm内径、カラム温度:40℃、溶離液:0.2%メタリン酸、流速:1.0L/min) を用い、貯蔵開始時および4、6日目に測定し、6反復の平均値で示した。

3. 結果と考察

3.1 呼吸特性

7月および10月における青ネギと小ネギの二酸化炭素排出量を Fig.3 に示した。青ネギの呼吸量は小ネギに比べて、7月では約1.3倍、10月では約1.4倍となり、小ネギより大きいことが明らかとなった。また、現在、小ネギは100g袋で流通しているが、青ネギは150g袋で販売されているため、袋内の呼吸量に換算すると青ネギは小ネギの約2倍となる。

したがって、青ネギに適する包装法は小ネギ用のパーシャルシール包装よりもガス透過性を高める必要があると考えられた。

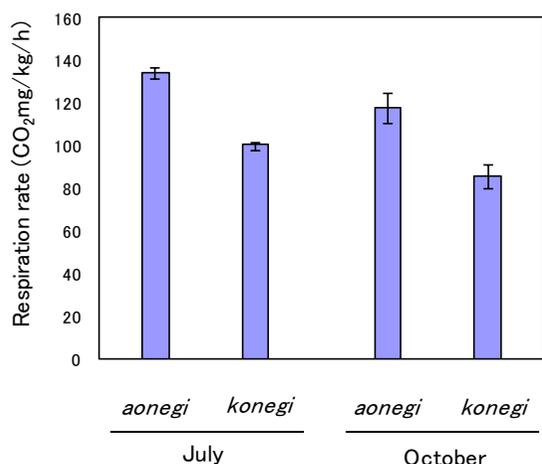


Fig. 3 Respiration rate of *aonegi*-type and *konegi*-type Welsh onions.

3.2 青ネギに適したパーシャルシール形状

Fig.2 に示した 3 種類のシール形状によるパーシャルシール包装について、貯蔵 5 日目における袋内のガス組成、品質ならびにヒートシール強度に及ぼす影響を Table1 に示した。酸素濃度については、小ネギ用の 1 型の最低値が 0.6% まで著しく低下し、2 型の最高値は 8.0% まで高くなった。平均値では 1 型で 0.9%、2 型で 3.5%、3 型で 1.7% となった。一方、二酸化炭素濃度については、最低値はシール形状の違いによる濃度差が小さかった

が、平均値は 1 型が 16.5% とやや高く、2、3 型はそれぞれ 12.9%、13.5% であった。したがって、小ネギ用の 1 型では袋のガス透過性が不足し、1 型に比べて 2 および 3 型ではガス透過性が増大したと考えられた。

葉の黄化はいずれも発生が少ないものの、1 型、3 型、2 型の順に多くなった。異臭は 1 型でのみ発生が認められ品質が低下した。酸素濃度が著しく低下すると発酵が惹起し、低酸素障害の異臭が発生することが知られており⁷⁾、小ネギでは 1% 以下の酸素濃度において障害の発生が報告されている¹⁾。青ネギについても酸素濃度が 0.6% となった 1 型では低酸素障害が発生したと考えられた。ヒートシール強度については、1、3 型では実用的な強度であったが、2 型では最低値が著しく低く、実用性がないものと判断された。したがって、黄化の抑制効果、異臭の発生およびヒートシール強度を考慮すると、シール部幅 4mm で、溶着幅 0.4mm、非溶着幅 0.6mm のタテ目と溶着幅 7.6mm、非溶着幅 2.4mm の斜め目を組み合わせた 3 型のシール形状が青ネギのパーシャルシール包装に適すると考えられた。

Table 1 Effects of partial seal patterns on gas concentration and freshness after 5 days under summer distribution conditions.

Partial seal ^a pattern	Gas concentration						Leaf yellowing	Off-odor ^b	Heat seal strength of film (N)	
	O ₂ (%)			CO ₂ (%)					Min	Avg
	Min	Max	Avg	Min	Max	Avg				
1	0.6	1.4	0.9	13.6	17.5	16.5	0.1	0.8	1.25	1.58
2	1.3	8.0	3.5	12.1	13.4	12.9	1.3	0.0	0.13	0.35
3	1.2	2.8	1.7	12.5	16.3	13.5	0.5	0.0	0.51	0.61

^aPatterns are described in Figure 1.

^bOff-odor scores are as follows: 0, no off-odor; 1, slight off-odor; 2, moderate off-odor; 3, severe off-odor; 4, extreme off-odor.

3.3 パーシャルシール包装を用いた出荷法による鮮度保持効果

微細孔フィルムにおける微細孔部では、気体の拡散によりガス透過が生じ、その透過量は絶対温度に依存することが報告されている⁸⁾。したがって、微細孔部のガス透過はフィルム面のそれに比べて温度の影響が小さくなると考えられる。このことから、流通現場において、青果物を微細孔フィルムで包装して環境温度が変化した場合、青果物の呼吸速度変化に対して、微細孔フィルムのガス透過度の変化が小さいため、袋内のガス濃度が大きく変化することが懸念された。

袋内のガス濃度の推移について Fig.4 に示した。新出荷法では、パーシャルシール包装内の酸素濃度が約3%、二酸化炭素濃度が12~16%で比較的安定して推移した。

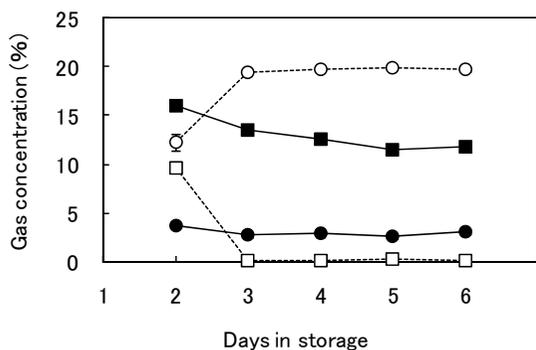


Fig.4 Changes of gas concentrations in packaging of Welsh onions during storage simulation. The oxygen and carbon dioxide concentration in partial seal packaging (closed circles and squares, respectively) and in perforation packaging (open circles and squares, respectively) were measured during the following distribution conditions: 30°C for 12 h and then 5°C for 12 h; followed by 30°C for 8 h, 20°C for 8 h, and 30°C for 8 h; and finally 15 °C for 96 h. Vertical bars represent standard error (n=20).

このことから、現場の流通を想定した温度変化の範囲では酸素および二酸化炭素濃度への影響は十分小さく、実用上問題ないことを確認することができた。一方、現行法では、貯蔵2日目には酸素濃度が12.3%、二酸化炭素濃度が9.7%の低濃度酸素・高濃度二酸化炭素状態となったが、貯蔵3日目以降は大気に近い状態で推移した。

黄化葉の発生について Fig.5 に示した。現行法では貯蔵4日目に黄化の発生が著しく多くなり、6日目には66.1の発生度となって鮮度低下が顕著となったのに対して、新出荷法では貯蔵6日目においても2.0の発生度に留まり、黄化の発生が著しく抑制された。また、いずれの出荷方法も異臭の発生はなく、新出荷法では高い鮮度保持効果が認められた。葉ネギでは低酸素・高二酸化炭素条件下で呼吸が抑制され⁹⁾、呼吸が抑制されるほど鮮度が保持されることが報告されている¹⁰⁾。また、

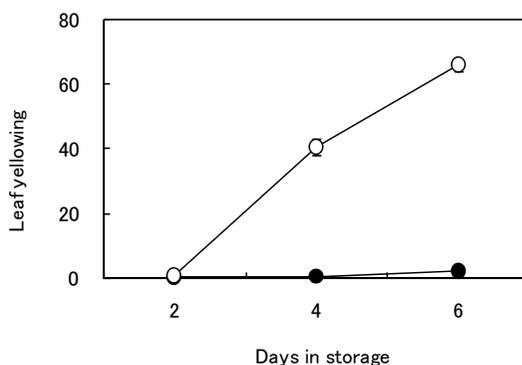


Fig.5 Changes in leaf yellowing of Welsh onions during storage simulation using partial seal packaging with a cardboard container (closed circles) and perforation packaging with a polystyrene container (open circles). Vertical bars represent standard error (n=10).

小ネギのパーシャルシール包装と段ボール箱を組み合わせた出荷法では、袋内が低酸素・高二酸化炭素状態となって、顕著な鮮度保持効果が認められている¹⁾ことから、青ネギについても高い鮮度保持効果が期待できるものと考えられた。

糖およびアスコルビン酸含量について

Fig.6、7 に示した。貯蔵日数が長くなるに従

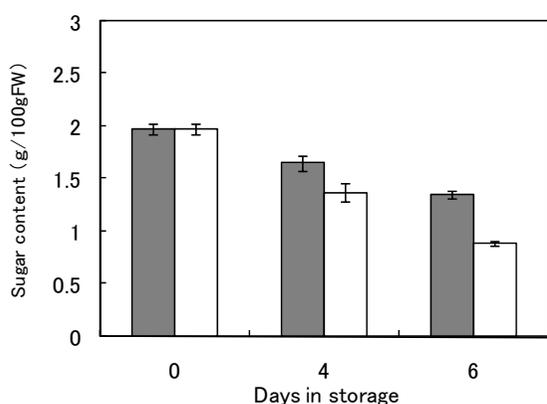


Fig.6 Changes in sugar content in Welsh onions during storage simulation using partial seal packaging with a cardboard container (gray) and perforation packaging with a polystyrene container (white). Vertical bars represent standard error (n=6).

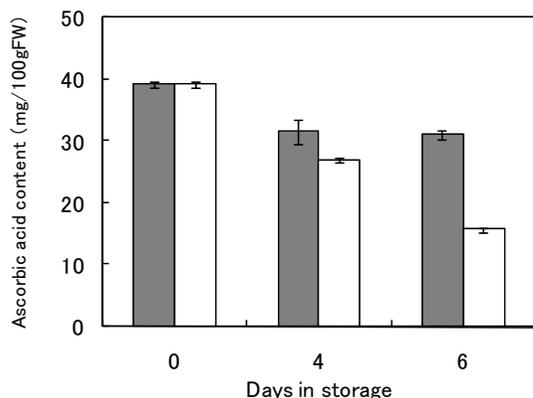


Fig.7 Changes in ascorbic acid content in Welsh onions during storage simulation using partial seal packaging with a cardboard container (gray) and perforation packaging with a polystyrene container (white). Vertical bars represent standard error (n=6).

い出荷方法の違いによる糖およびアスコルビン酸含量の差が拡がり、新出荷法ではこれらの成分が高く保持されることが明らかとなった。葉ネギでは低酸素・高二酸化炭素条件下で糖およびアスコルビン酸含量が保持されるという報告があり¹¹⁾、本実験の結果と一致した。

以上より、夏期の輸送シミュレーション条件下において、パーシャルシール包装を用いた青ネギの出荷法では、出荷箱を従来の発泡スチロール容器から段ボール箱に変えても黄化の発生が著しく抑制され、アスコルビン酸や糖含量が高く保持されるなど鮮度保持効果の高い方法であることが実証できた。

4. 結論

青ネギは小ネギに比べて呼吸量が大きいたことが明らかとなり、既存の小ネギ用のシール形状によるパーシャルシール包装ではガス透過性が不足した。そこで、シール部幅 4mm、溶着幅 0.4mm、非溶着幅 0.6mm のタテ目と溶着幅 7.6mm、非溶着幅 2.4mm の斜め目を組み合わせた新たなシール形状を作成した。本シール形状によるパーシャルシール包装は、葉の黄化抑制効果があり、ヒートシール強度も実用的であることから、青ネギの鮮度保持包装として適当であると判断した。

青ネギ用のパーシャルシール包装と段ボール箱を組み合わせた新出荷法について、夏期の輸送シミュレーション条件下で、有孔包装と発泡スチロール容器を組み合わせた現行法

と比較検討した。その結果、新出荷法では袋内が低濃度酸素・高濃度二酸化炭素状態となり、葉の黄化抑制効果が顕著で、糖およびアスコルビン酸含量も高く保持されるなど、温度変化を伴う青ネギの流通において鮮度保持効果の高い出荷法であることが確認できた。

11) 茨木俊行、池田浩暢、太田英明、日食保蔵誌、23(2)、77-82(1997)

(原稿受付 2009年10月28日)

(審査受理 2010年3月18日)

<参考文献>

- 1) 鈴木芳孝、今堀義洋、上田悦範、日食保蔵誌、31(1)、25-30(2005)
- 2) 鈴木芳孝、岡林秀典、(高知県)、特許第3259166号
- 3) 鈴木芳孝、岡林秀典、石川豊、今堀義洋、上田悦範、日食保蔵誌、29(3)、141-146(2003)
- 4) 鈴木芳孝、宮崎清宏、石川豊、今堀義洋、上田悦範、日食保蔵誌、32(1)、23-27(2006)
- 5) 鈴木芳孝、宮崎清宏、鶴永陽子、石川豊、今堀義洋、上田悦範、日食保蔵誌、34(2)、71-74(2008)
- 6) JIS : Z 0238 (1998)
- 7) 今堀義洋、香田美香、上田悦範、吉岡博人、茶珍和雄、日食保蔵誌、24(5)、303-309(1998)
- 8) T.Hirata, Y.Makino, Y.Ishikawa, S.Katsuura and Y.Hasegawa. Trans.ASAE, 39(4), 1499-1504(1996)
- 9) 茨木俊行、池田浩暢、打田宏、太田明、日食低温誌、21(2)、67-72(1995)
- 10) 茨木俊行、池田浩暢、太田英明、日食保蔵誌、23(1)、3-7(1997)