

ヒトエグサ素乾品の変色に対する低温保蔵の効果

日下部重朗

Effect of Cold Storage on the Discoloration of Dry Green Algae, *Monostroma*

Juro KUSAKABE

ヒトエグサの養殖が軌道に乗り、今後の流通拡大が期待されるが、素乾品の貯蔵中における変色は問題である。現在素乾品は商品サイズに袋詰（ポリプロピレン袋、14 cm×22 cm）された後、特に温度管理なしに貯蔵されているようである。海藻類の素乾品は、吸湿しやすく、かつ酸性化しやすい¹⁾。したがって空気中では徐々に藻体中のクロロフィルが分解されて変色する。緑藻ヒトエグサの場合もはゞ同様に考えられるが、これらの変化は高温ほど速かである。それ故低温では変色の進行をおくらせる効果があると考えられるので、実際に空気および水分等の条件も加えて低温保蔵の変色防止に対する効果について検討した。

実 験 方 法

実験材料 昭和51年4月、壱岐郡八幡浦産養殖ヒトエグサを原料として製造された素乾品（水分19.2%）を材料とし、その一部はデシケーター中で乾燥後乳鉢中で粉碎し、篩別して粒径0.125～1.0 mmの粉末試料（水分10.0%）とした。

貯蔵および色素の定量 粉末試料各1 gを葉包紙に包み、ポリセロ袋（5 cm×8 cm）に詰め、含気封蔵、脱気封蔵および脱気後CO₂、N₂でガス封蔵したものを、それぞれ冷蔵庫（6～10℃）、ふ卵器（36～37℃）および室内暗所で昭和51年5月から52年1月まで8カ月間貯蔵した。室内の貯蔵温度は、5月：21.3℃（平均温度、以下同様）、6月：23.9℃、7月：26.3℃、8月：28.7℃、9月：25.1℃、10月：21.4℃、11月：16.0℃、12月：13.8℃、1月：9.3℃であった。貯蔵開始後1～1.5カ月ごとにクロロフィル量をチェックし、変色状況を比較した。また、素乾品試料をポリセロおよびポリプロ袋詰（12 cm×18 cm）とし、上記同様の区分で貯蔵し、変色状況を観察した。クロロフィルの定量は測定時ごとに各区分の粉末試料1袋ずつを抜き取り、その0.1 gを100 ml容酸素瓶に精秤し、始め純水1 mlを加えて湿らせ、約10分後メタノール20 mlを加え、暗所で2日間抽出後、遠心分離し、日立139型分光計で抽出液の吸光度を測定した。たゞし、貯蔵中の試料水分が外気湿度の影響をうけ、吸脱湿によって増減したが、秤取量は変更しなかった。

結果および考察

貯蔵試料の水分、pH および外観 水分の測定結果を表1に示す。各試料とも外気の湿度の影響を

表1 包装試料の貯蔵中における水分 (%)

経過月数 (年月日)	冷蔵庫区	室温区	ふ卵器区
粉 末 試 料			
0 (' 7 6 / 5 / 1 2)	10.0	10.0	10.0
2 (' 7 6 / 7 / 1 2)		24.6	
3.5 (' 7 6 / 8 / 2 8)	12.8~15.4	22.1~26.5	15.6~16.9
4.5 (' 7 6 / 9 / 2 9)	10.7~11.9	21.6~25.2	11.6~12.0
8 (' 7 7 / 1 / 1 0)	10.6~11.6	20.2~22.6	7.8~8.5
素 乾 品 試 料			
0 (' 7 6 / 5 / 1 2)	19.2	19.2	19.2
8 (' 7 7 / 1 / 1 0)	10.2~11.9	21.9~22.8	7.9~8.4

うけて吸脱湿したが、室温区が夏期著しく吸湿したのに比べると、冷蔵庫区では比較的少なかった。しかし、水分含量の高かった素乾品の場合は、ふ卵器区と同様に冬期の脱湿が目立った。ポリセロとポリプロ袋詰の差はあまり明かではなかったが、両者とも水分耐性が充分とは云えない。8カ月後の素乾品の pH は表2のとおりで、冷蔵庫区が最も高く、ふ卵器区が最も低い。冷蔵庫区と室温およ

表2 素乾品試料8カ月経過時の pH

	冷蔵庫区	室温区	ふ卵器区
ポリセロ袋詰含気封蔵	5.70	5.27	4.95
CO ₂ ガス封蔵	5.70	5.35	4.97
N ₂ ガス封蔵	5.67	5.30	5.00
ポリプロ袋詰含気封蔵	5.60	5.30	4.92

びふ卵器区との差は、0.4~0.7あり、クロロフィルからフェオフィチンへの分解度に影響する値²⁾と思われる。また、色調を肉眼的に観察した結果、冷蔵庫区は終始緑色を呈したが、室温およびふ卵器区では貯蔵開始後急速に褪色し、3.5カ月後で褐緑色に変色した。なお、空気の影響を考慮した脱気封蔵およびガス封蔵の色調におよぼす影響は、肉眼的にはほとんど見分けられなかった。CO₂ガス封蔵の試料は2カ月後には、すべて収縮して脱気封蔵と同様の形となった。これはCO₂ガスの水溶性にもよるが、むしろ使用フィルムのガス透過性³⁾が大きかったためと思われる。

総じて、各貯蔵温度区分による水分、pHおよび色調等の差は明瞭であったが、脱気および使用フィルム等の包装区分による差はほとんど認められなかった。

貯蔵中におけるクロロフィル量の変化と色調 粉末試料から得られたメタノール抽出液の吸光曲線を図1に示す。可視域に、〔I〕530~540nm, 〔II〕600~610nm, 〔III〕660nm

付近の3個の吸収帯が認められる。室温含気封蔵3.5カ月貯蔵の試料は、50年産の1カ年間ポリプロ袋含気封蔵して室温貯蔵した変色製品とはほぼ同様な吸収を示しているが、このような変色試料では、〔Ⅱ〕および〔Ⅲ〕が低く、〔Ⅰ〕で高く、かつ〔Ⅰ〕および〔Ⅱ〕での最大吸収波長が少し低波長側へずれている。主吸収帯の波長660nmでの吸光度でクロロフィル量の経時的な変化を図2に示す。冷蔵庫区は8カ月間高い含量を示して、抽出液の色調は鮮緑色である。これに反して室温およびふ卵器区は貯蔵開始後急速に低下し、3.5カ月後には色調が褐緑色に変じて冷蔵庫区との差が顕著である。このように貯蔵区分すなわち貯蔵温度による影響は大きいが、その中での包装区分による差は、いずれもそれほど明瞭ではない。

クロロフィルが弱酸の存在で分解する場合はフェオフィチンが次第に増加し、色調は鮮緑色から褐緑色に変化するが、図2のように660nmでの吸光度だけでは色調について明らかでない。メタノール抽出液の色調は、肉眼的にみた試料の色調と相似しているが、図1の吸光曲線の〔Ⅰ〕の吸収はフェオフィチンの生成による²⁾ものと考えられるから、〔Ⅱ〕および〔Ⅲ〕での最大吸光度の和を青色系の色とし、〔Ⅰ〕を赤色系の色として、両者の比すなわち $E(Ⅱ+Ⅲ)/E(Ⅰ)$ で緑色度を表わすものとする、これによって鮮緑色から褐緑色への色調の変化を示し得るものと考えられる。図3にクロロフィルの褪色に伴う緑色度の経時の変化を示す。室温区とふ卵器区の3.5カ月までの経過の差が明瞭である。緑色度の変化を肉眼的な観察結果と対比すると、室温および冷蔵庫区の1カ月後のものは、鮮緑色を呈したが、ふ卵器区の場合は1カ月後にやゝ黒ずんだ緑色を呈し、2カ月後には褐色がかった緑色となり、3.5カ月後には明瞭な褐緑色を呈した。明らかに褐緑色を呈

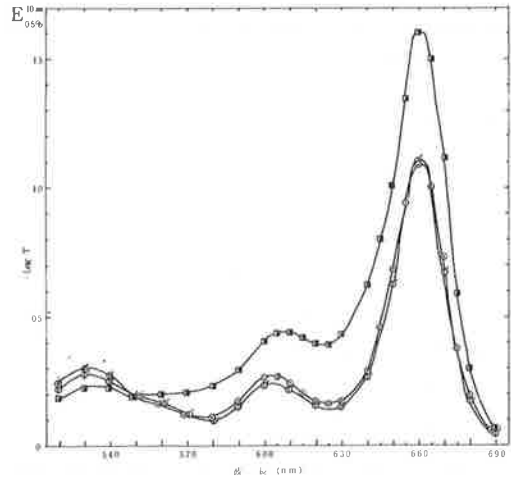


図1 ヒトエグサ素乾品メタノール抽出液の吸光曲線

- 冷蔵庫N₂封蔵1カ月貯蔵 (鮮緑色)
- 室温含気封蔵3.5カ月貯蔵 (褐緑色)
- 50年産室温含気封蔵1カ年貯蔵 (褐緑色)

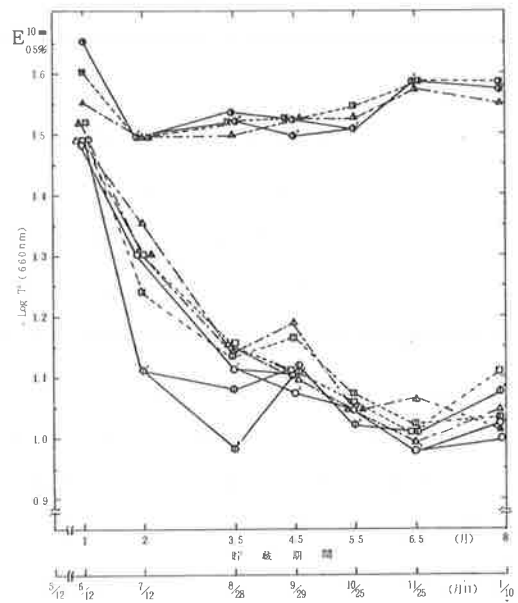


図2 ヒトエグサ素乾品の貯蔵中におけるクロロフィル量の変化

- | | 脱気封蔵 | 含気封蔵 | CO ₂ 封蔵 | N ₂ 封蔵 |
|-----|------|------|--------------------|-------------------|
| ふ卵器 | ○ | ○ | △ | □ |
| 室温 | ○ | ○ | △ | □ |
| 冷蔵庫 | ● | ● | ▲ | ■ |

した場合の緑色度は、すべて5以下を示したので、緑色度による冷蔵庫区と室温およびふ卵器区との差もまた顕著である。

次に、粉末試料とともに貯蔵した素乾品試料の8カ月後の結果を表3に示す。クロロフィル量は、冷蔵庫区≫室温区>ふ卵器区であり、また緑色度は冷蔵庫区≫室温区≒ふ卵器区である。これを粉末試料の場合と比べると、総じてクロロフィル量が少な目であることと、それが冷蔵庫区の場合に差の大きいことが異なっている。このことは粉末試料よりも外囲条件の影響をより多くうけたものと思われるが、おそらく粉末試料とバラ乾試料との、形態および包装する際の袋内密度の差によるものではないかと考えられる。しかし、冷蔵庫区の試料はすべて肉眼的にも緑色であるのに対し、室温およびふ卵器区のはすべて淡

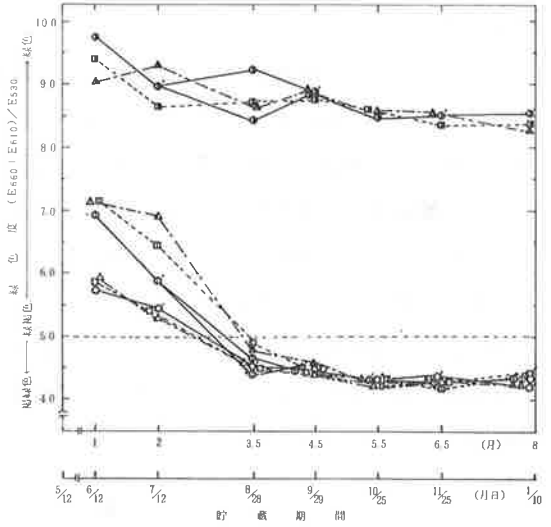


図3 ヒトゲグサ素乾品の貯蔵中における緑色度の変化

脱気封蔵 含気封蔵 CO₂封蔵 N₂封蔵
 ふ卵器 ○ ○ △ □
 室温 ⊙ ⊙ ⊕ ⊕
 冷蔵庫 ● ● ▲ ■

表3 素乾品8カ月貯蔵後のクロロフィル量と緑色度

	吸 光 度			緑色度
	(I)E ₅₃₀	(II)E ₆₀₀	(III)E ₆₆₀	E(II+III)/E _I
冷 蔵 庫 区				
ポリセロ袋詰含気封蔵	0.260	0.348	1.325	6.44
” CO ₂ ガス ”	0.228	0.313	1.205	6.66
” N ₂ ガス ”	0.234	0.321	1.235	6.65
ポリプロ袋詰含気封蔵	0.243	0.315	1.209	6.27
室 温 区				
ポリセロ袋詰含気封蔵	0.300	0.255	1.048	4.34
” CO ₂ ガス ”	0.301	0.256	1.048	4.33
” N ₂ ガス ”	0.292	0.249	1.018	4.34
ポリプロ袋詰含気封蔵	0.290	0.246	1.013	4.34
ふ 卵 器 区				
ポリセロ袋詰含気封蔵	0.273	0.233	0.951	4.34
” CO ₂ ガス ”	0.264	0.225	0.920	4.34
” N ₂ ガス ”	0.266	0.228	0.935	4.37
ポリプロ袋詰含気封蔵	0.276	0.234	0.957	4.32

(注) 試料はデシケーター中で乾燥後測定に供した。試料の水分は含気封蔵区のもので測定したが冷蔵庫区10.2%, 室温区10.9%, ふ卵器区9.1%であった。

褐緑色であったことから、粉末試料の場合と同様に冷蔵庫区の変色に対する防止効果は大きいものと思われる。

したがって以上の結果から、冷蔵庫による10℃以下の低温保蔵が、藻体の酸性化と、それによるクロロフィルの分解の進行を阻害し、製品の変色を防止する効果のあることが認められる。変色の経過からみると、春期から夏期に向って特に気温が20℃以上に昇温する時期に変色速度が大であることから、製造後はできるだけ早期に冷蔵庫へ入庫することが効果的である。また、空気条件の規制によるクロロフィルの分解防止に有効と思われた脱気およびガス封蔵の効果は、ほとんど顕現されなかったが、使用フィルムの水分耐性が充分ではなかった結果から、貯蔵中の吸湿あるいは目減り防止のために、より透湿性の低いフィルムを選択が必要と思われる。同時に外気湿度の変動も重要であり、また製品自体の水分含量についても取扱い上損傷しない程度に多少低目にすることも必要なことと思われる。

要 約

養殖ヒトエグサ素乾品の変色を防止するため、低温保蔵およびフィルム包装による効果について、5月から翌年1月まで8カ月間、冷蔵庫(6~10℃)、室温(20~29~9℃)およびふ卵器(36~37℃)による貯蔵試験を行ない、次の結果を得た。

- 1) 藻体の酸性化は、冷蔵庫区<室温区<ふ卵器区の順であり、低温保蔵のものほど小である。
- 2) クロロフィルの含量は、冷蔵庫区>>室温区>ふ卵器区の順であり、低温保蔵のものほど大である。
- 3) 色調はクロロフィルの分解が進むにつれて変化するが、冷蔵庫区が8カ月間の貯蔵期間中緑色を保持したのに対し、室温およびふ卵器区では夏期に向けて3.5カ月後には褐緑色に変色した。
- 4) ポリセロおよびポリプロ袋詰による脱気およびガス封蔵の変色防止に対する効果はほとんど認められなかった。
- 5) 以上の結果から、変色防止に対するフィルム包装の影響は小さいが、貯蔵温度による影響は大きく、冷蔵庫による10℃以下の低温保蔵の効果が認められる。
- 6) ポリセロおよびポリプロ袋詰では吸脱湿が比較的大きかったので、より透湿性の小さいフィルムを選択と同時に、貯蔵庫内の湿度および製品の水分含量にも留意が必要と思われる。

文 献

- 1) 日下部重朗, 1956: ワカメの変色と灰乾加工について, ワカメの加工に関する試験(1), 長崎水試資料109号, 10pp.
- 2) 鎌田栄基・片山 脩, 1972: 食品の色・光琳全書1, 3版, 光琳書院, 東京, pp. 35-38.
- 3) 高木謙行・佐々木平三, 1970: ポリプロピレン樹脂・プラスチック材料講座7, 2版, 日刊工業新聞社, 東京, pp. 189.