

7. 生椎茸の自動選別技術に関する等級判別とハンドリング検討

ものづくり技術支援 Gr. ○松村一弘、村田政隆
企画事業部 佐鯉輝育
熊本大学 戸田真志
(有)福田農園 福田将仁

1. はじめに

生椎茸は平成 23 年度、全国各地の約 1,400 経営体(菌床栽培 23%)で、国内消費量(約 76,600 トン)の 93%にあたる約 71,300 トンが生産された。北海道では 189 経営体(菌床栽培 59%)が 7,365 トン(全国 2 位)を生産し、生産量は年々増加傾向にある。

生椎茸は収穫後、等級(形状、傘の開き)と大ききで区分しパック詰めされ、市場などへ出荷される。現在、等級判別は人の手によって行われているため、多くの労力や時間を要している。生椎茸の自動選別機を考えた場合に、二つの課題がある。一つは等級判別で、特に生椎茸の傘の開きは、判別において重要な要素ではあるが、検出する方法が確立されていない。また、機械への生椎茸供給や判別後の振り分けを考えた場合、機械で把持するハンドリング作業が必須となる。しかし、“生椎茸は、収穫時に手で触れた菌柄部分や傷や押し圧を受けた部分で褐変が始まる。”との旨の指摘があり、把持力の適切な制御が必要である。本研究では、生椎茸等級判別における傘の開きを画像から判別する手法、生椎茸をトレーなどへ載せるときの適切な把持力を検討した。

2. 等級判別技術

生椎茸の等級は傘の開きにより、5~10 分の 6 段階に分け、傘の開きが少ないものほど、等級の良い椎茸として出荷している。乾燥椎茸のように、傘部分が黒く変色しているものであれば、輝度などで画像から傘の領域を抽出するのは容易と考えられるが、高品質で新鮮な生椎茸の傘は他の領域と同様な色であり、傘自体を画像から抽出して判別することは困難である。そのため、生椎茸全体に占める髷の割合を用いて傘の開きを判別することとした。傘の開きが 5 分(図 1-A)、では、髷の上に薄い白い膜が覆っているが、等級が大きくなる(図 1-B→E)につれて、その膜の一部が剥がれ髷が見えるようになり、傘の領域に対する髷の割合が変化する。髷の抽出にあたっては、輝度の勾配ベクトルを利用する。図 2 は、髷領域と非髷領域を拡大したものである。髷領域(図 2-A)に注目する



図 1. 生椎茸画像例

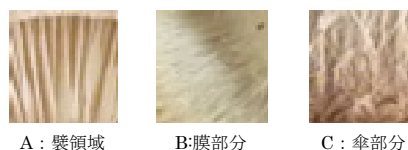


図 2. 髷領域と非髷領域の拡大図

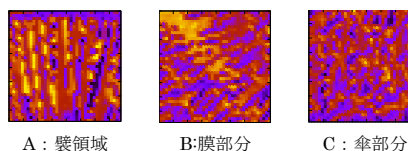


図 3. 図 2 に対する輝度勾配ベクトル方向算出結果

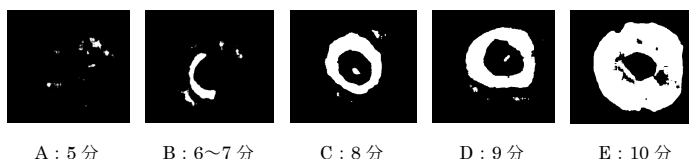


図 4. 図 1 に対する髷領域抽出結果

と、ある方向を持つ輝度勾配ベクトルが局所的に集中していることがわかる。また、この輝度勾配ベクトルは椎茸中心からのベクトルに対し、直交する方向を向いていることがわかる。そこで、これら二つの性質をモデル化し襞領域を算出した(図 3 参照)。さらに、微少なノイズを低減させるために、平滑化処理を加え、2 値化した画像を図 4 に示す。抽出された襞領域の面積及び椎茸領域全体の面積を算出し、それらの比を用いることで、傘の開き度合を判別する。

生椎茸を撮影し、判別試験を行った。用いた生椎茸は 5 分が 18 個、6~7 分が 24 個、8 分が 18 個、9 分が 24 個、10 分が 22 個の計 106 個である。これら 106 個の画像を考案した手法にて判別させ、実際の傘の開きと判別結果が一致しているかを検証した。判別試験は、傘の開きが 8~10 分のものはずべて正しく判別された。5~7 分ものは、5 分のうち 3 枚の画像が 6~7 分として誤判別され、6~7 分のうち 2 枚の画像が 5 分のものとして誤判別された。全体での判別率は 95%であった。

3. 生椎茸把持力の検討

ハンドリング作業における把持力を検討するために、選別直前(収穫後 1 昼夜冷蔵庫保管)の生椎茸を、温度 20℃・湿度 90~100%と温度 30℃・湿度 90~100%の一定環境下で、加圧し褐変状況を観察した。加圧は生椎茸を秤の上皿とハイトゲージに取り付けたフッ素樹脂間に挟み、ハイトゲージを下げる方法とした(図 5 参照)。加圧した生椎茸は直ちに、定めた環境で保管し(図 6 参照)、1 時間毎に状態を撮影した。保管期間は 7 日間である。

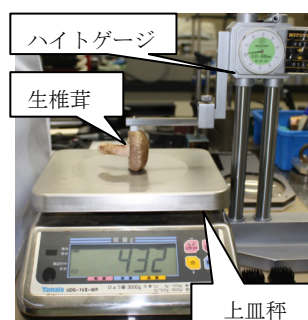


図 5.加圧状況

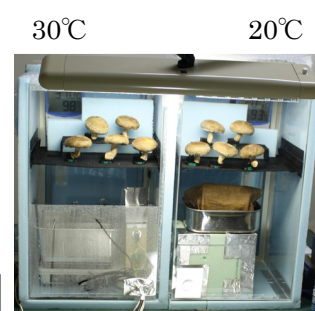


図 6.試験状況

試験結果を表 1 に示す。20℃で保管した加圧力 0g と 200g の生椎茸では褐変が観察されなかった。また、30℃で保管した生椎茸では 72 時間後まで加圧 0g と 200g では褐変が観察されなかったが、それ以後はカビの発生により褐変観察不能となった。なお、商品価値を失うとされる椎茸の襞の褐変は 20℃保管では全て 72 時間後、30℃保管では全て 48 時間後に観察された。

保管温度20℃・湿度90~100%					保管温度30℃・湿度90~100%						
サンプルNo.	1	2	3	4	5	サンプルNo.	6	7	8	9	10
椎茸重さ[g]	21	20	23	20	21	椎茸重さ[g]	21	19	15	22	18
椎茸直径 [mm]	58	63	60	60	65	椎茸直径 [mm]	63	58	60	55	58
加圧力 [g]	0	200	300	400	500	加圧力 [g]	0	200	300	400	500
褐変の有無と時間	無	無	120時間	72時間	加圧時	褐変の有無と時間	無	無	72時間	48時間	加圧時

表 1.褐変試験結果

褐変しない把持力が得られたことから、図 7 に示す生椎茸の保持装置を試作し試験を行った。その結果、200g の把持力で安定した把持搬送が行えた。また、試験後の生椎茸を保管庫に 7 日間保存したが、褐変は観察されなかった。

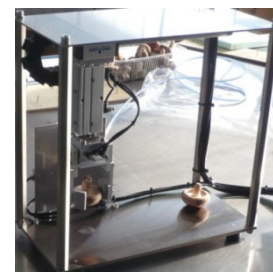


図 7.把持搬送試験状況

4. まとめ

生椎茸の自動選別装置開発では、椎茸の等級判別技術、判別した生椎茸を振り分ける技術が必須で、開発の可否のポイントとなる。このため、本研究では、画像等級判別技術とハンドリング作業における把持力検討を行った。傘の開きから生椎茸の等級判別する技術では、生椎茸の画像から判別を試み 95%が正しく認識された。また、把持力検討では、生椎茸が品質を保った状態でハンドリング可能な把持力を試験的に得ることができた。

なお、本研究は平成 24 年度地域食関連技術高度化サポート事業により実施した。