

視覚探索による生鮮野菜の鮮度知覚特性の検討

A Study on Freshness Perception for Vegetables with Visual Search Method

櫻井 勇介[†], 正会員 岡嶋 克典[†]
Yusuke Sakurai[†] and Katsunori Okajima[†]

あらまし 複数刺激から特定の鮮度の野菜パッチを視覚的に探索させる実験を実施し、妨害刺激の数の増加に伴い探索時間がほぼ線形に増加したことから鮮度知覚が注意を要する視覚情報処理過程であることを示した。また野菜の種類によって探索時間が異なる可能性も示唆された。

キーワード：鮮度，視覚探索，視覚的注意，輝度統計量，コントラスト

1. ま え が き

鮮度の判定は、生鮮食品を購入したり喫食したりする際に重要である。S. Péneauは、イチゴとニンジンの鮮度感に影響を及ぼす五感パラメータを特定するための実験を行い、光沢感や香りだけでなく、対象表面の色情報も鮮度認知パラメータとなることを示した¹⁾。実際、われわれは日々の生活で陳列されている生鮮食品の中から目視だけで鮮度の良いものを選ぶことが多い。このことは、視覚情報に鮮度判断をするために十分な手掛かりが含まれていることを示唆している。Arce-Loperaらは、キャベツ²⁾やイチゴ³⁾の鮮度認知実験の結果から、野菜表面の輝度統計量が鮮度認知の手掛かりとなっていることを示した。またArce-Loperaら⁴⁾は、色情報が鮮度判定に影響せず、野菜の種類によって重み付けは異なるが輝度統計量(特に歪度)と特定の空間周波数情報で鮮度知覚特性をモデル化できることを示した。

以上のように、単独の刺激に対する鮮度認知特性は明らかとされつつあるが、複数刺激の中から特定の鮮度を探索する特性等については不明である。日常生活において、数多い野菜の中から鮮度の高いものや鮮度のわるいものを抽出することはよくあることに加え、視覚探索実験を実施することにより、単独刺激の鮮度判定実験からは得られない情報が得られる可能性もある。そこで本研究では、3種の野菜を用いて複数刺激から特定の鮮度の野菜パッチを視覚的に探索させる実験を実施し、妨害刺激の数に対して探索時間がどのように変化するかを測定し、結果を考察した。

2. 実 験

2.1 刺 激

刺激作成に使用した対象は小松菜、ニンジン、キャベツの3種類の野菜の撮影データである(図1)。近くの店舗で購入した鮮度の良い小松菜、キャベツ、ニンジンを用い、これらを恒温恒湿槽(Nagano Science, ECONAS)内で経時的に鮮度劣化させた。恒温恒湿槽内の温度/湿度は小松菜では20℃/50%、キャベツとニンジンでは30℃/20%に設定した。XYZ三刺激値画像は槽内に設置された二次元色彩計(TOPCON, UA-1000)で取得し、一定の時間間隔で自動取得されるように設定した。照明光には高演色LED電球(CCS, LDA14 N-H, $R_a=97$)を用い、1113 lxで対象を照射した。撮影開始時の刺激画像を本論では0[h]、その時点から n 時間経過後のものを n [h]と呼ぶことにする。

今回、使用した鮮度レベルは各野菜3種類である(小松菜: 0, 12, 64[h])、ニンジン: 0, 3, 11[h])、キャベツ: 0, 23, 47[h])。これらの条件は、目視ではあるが日常的に存在する鮮度レンジ内を想定して決定した。それらのXYZ画像から180×180[pixels]の領域を切出し、その全領域をグレースケール化した($(x, y) = (0.333, 0.333)$)。色情報は鮮度認知に影響を与えない⁴⁾が、色情報を刺激に含ませてしまうと色の違いで探索を行ってしまう可能性があるため、刺激をグレースケール化して、鮮度認知以外の要因によるターゲット探索を行わないよう配慮した。

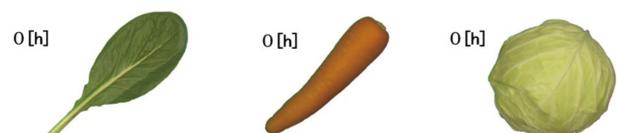


図1 撮影した刺激の例

2014年7月25日受付, 2014年9月16日再受付, 2014年10月1日採録

[†]横浜国立大学 大学院環境情報研究院

(〒240-8501 横浜市保土ヶ谷区常盤台79-7, TEL 045-339-4432)

2.2 手続き

探索実験に使用した刺激の例を図2に示す。実験者の合図で被験者はPCマウスを左クリックし、実験を開始させた。左クリックすることで白枠の中心で十字が2度点滅し、3度目が点滅するタイミングで刺激が呈示された。十字が消えると同時に複数の刺激が同時に呈示され、RT (Reaction Time) の計測が開始された。被験者のタスクの1つ目は、呈示された複数枚の野菜画像の中から最も鮮度の高い(もしくは低い)画像を、刺激が呈示されてからできるだけ早く見つけることであった。ターゲットを見つけ次第、左クリックによって応答した。左クリックで応答すると、刺激は消え、代わりに刺激が呈示された位置に枠が表示された。被験者のタスクの2つ目は、発見したターゲットが呈示された位置の枠を左クリックで選択することであった。枠の選択後、さらに左クリックすると再び十字の点滅が始まり、次のトライアルに進んだ。実験は上記の繰り返しで行われた。

呈示される刺激はすべて同じ野菜であり、同時に呈示される刺激の中に異なる種類の野菜は存在しなかった。また、ターゲットが「最も鮮度が高いもの」である場合と、「最も鮮度が低いもの」である場合があるが、それらは別のセッションとして実施された。セットサイズ(同時に呈示される刺激枚数)は6パターン(3, 5, 9, 17, 29, 47枚)であり、各ターゲットが1枚と鮮度の異なる2つのデストラクタが同数含まれていた。例えば、最も鮮度が良い小松菜を探すセッションにおいては、ターゲットが0[h], デストラクタが12[h]と66[h]になり、セットサイズが29枚の時、呈示された刺激の内訳はターゲット0[h]が1枚、デストラクタが12[h]が14枚、66[h]が14枚となる。2つのデストラクタの割合がRTに影響するとの報告もあることから⁵⁾、2種類のデストラクタ数は各試行で同数とした。

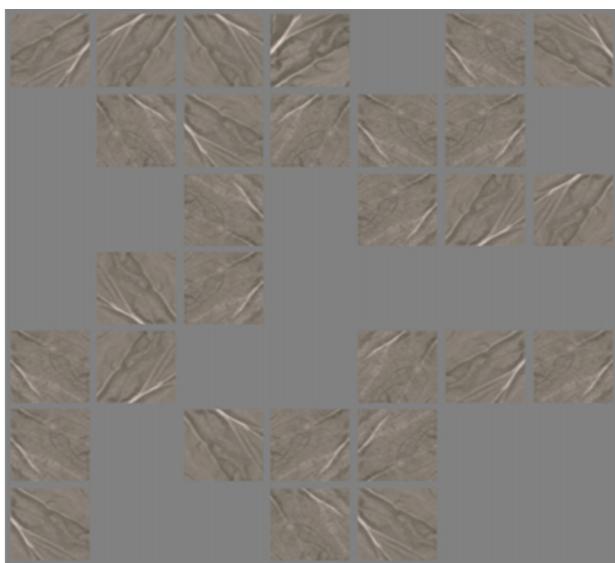


図2 探索刺激の例

今回設定した枠は7×7(1区画のサイズ: 2.7×2.7deg), 区画間距離: 0.23[deg]の計49枠で、1区画に1枚の刺激が呈示された。刺激が呈示される区画は、注視点が呈示される中央の区画を除いた計48区画の中からセットサイズの数だけランダムに選択された。刺激のすべてを同じ向きで配置してしまうと、被験者が形状情報(茎やしわ等の位置や向き)を用いた単なる形状比較による探索を行ってしまう可能性がある。そこで、刺激を各区画に配置する際に、それらに回転(右回り0, 90, 180, 270[deg])や反転(操作なし, 上下, 左右, 上下左右)操作を加えることで、単なる形状探索とならないよう配慮した。なお、その操作内容(回転のみ, 反転のみ, 回転と反転)と回転角, 反転パターンは試行毎, 区画毎にランダムに実験プログラム上で決定された。1セッションはセットサイズ6パターン×1セットサイズあたりの配置条件5パターンの30試行で、これを野菜3種類×探索課題2パターンの計6セット実施した。

2.3 結果と考察

野菜の種類ごとに各被験者のメディアンを求め⁶⁾、全被験者で平均した結果を図3に示す。横軸はデストラクタの数(セットサイズ-1), 縦軸は各被験者の応答時間(RT)の平均値, 誤差棒は標準誤差である。また、色の違いはタ

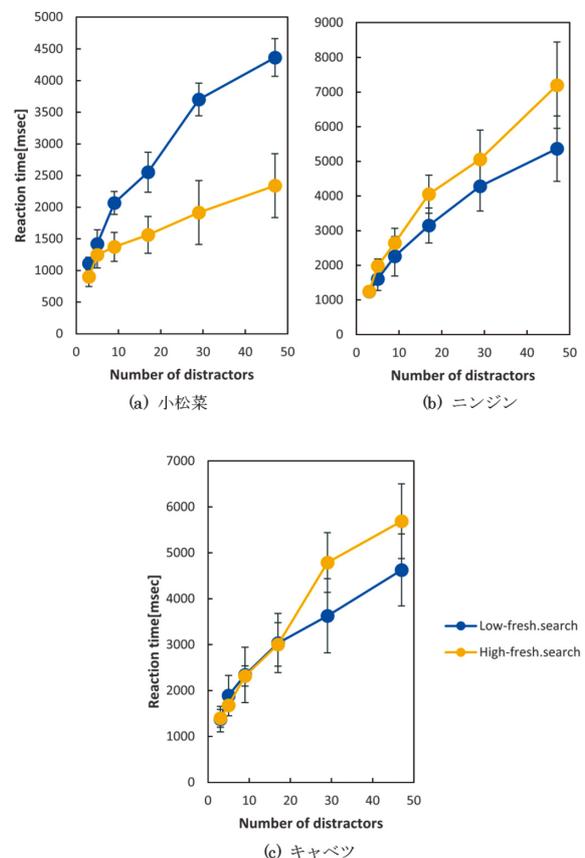


図3 妨害刺激数(横軸)に対する反応時間(縦軸)の関係(全被験者の平均値)

(a) 小松菜, (b) ニンジン, (c) キャベツの結果。

(黄: 最も鮮度が高い, 青: 最も鮮度が低いターゲットの場合)

スク(最も新鮮なパッチ/最も新鮮でないパッチの探索)の違いを表す。

探索タスクとディストラクタ数をパラメータとして、2要因分散分析を行った結果、すべての野菜に共通してRTに影響が見られたのはディストラクタ数のみであった($p < .05$)。探索タスクの主効果は小松菜($p < .001$)とニンジン($p < .05$)で、探索タスクとディストラクタ数の交互作用は小松菜($p < .001$)で有意差が見られた。

どの条件の結果でも、ディストラクタ刺激の数に比例してRTが増加した。これは、野菜の鮮度認知は注意過程で処理されることを示唆している。なぜなら、もし鮮度認知が前注意過程で処理されているならば、RTはディストラクタ刺激の数に寄らずに一定値になるはずだからである。鮮度認知が輝度ヒストグラム統計量と相関が高いことが示されていることから、輝度ヒストグラム統計量(標準偏差、歪度、尖度)は特徴統合理論や誘導探索モデルにおける基本的特徴量(前注意的に処理可能な特徴量)ではないことが示唆される(平均輝度情報は基本的特徴量であることが知られている⁷⁾)。また、野菜の種類によって、探索時間の絶対値が異なることから、処理時間の差、すなわち処理過程の違いが存在することも示された。

小松菜のみ、タスクによるRT平均値で違いが見られ、最も新鮮なパッチの探索がより効率的に行われていた。これは、正反射部が探索の誘起要因となった可能性がある。正反射部はその他の領域より非常に高い輝度を有するため、周辺視情報であっても活性化マップを十分に誘起できる可能性がある。ただし、正反射部が高い顕著性を有するには、正反射部とそれ以外の部分とのコントラストが重要である。そこで、刺激毎にマイケルソンコントラストを算出したところ、小松菜0[h]のみ他の刺激のコントラスト値よりも大きいことがわかった。このことから、鮮度の高い小松菜の探索時のみ、非対称性的に効率的な探索が行われた可能性が示唆される。なお、今回は野菜ごとに異なる撮影条件・劣化時間が異なるため、具体的に何がRTの差に影響するかについては不明な点も多い。今後、条件を統制して検討する必要がある。

3. むすび

野菜の鮮度に関する視覚的探索実験を実施し、妨害刺激の数に対する探索時間の変化を測定した。その結果、妨害刺激の数の増加に応じて探索時間が増加することから、鮮度認知が注意処理過程で行われていることを示した。また、

野菜の種類によって探索時間の絶対値が異なることから、野菜によって鮮度の認知処理過程が異なることも示唆された。これは、野菜の種類によって鮮度認知の手がかりが異なるという知見⁴⁾と矛盾しない。さらに、小松菜のみ鮮度のよいターゲットと悪いターゲットを探索する際の効率に非対称性があり、鮮度のよいターゲットの探索時の方が探索時間が短いことから、ターゲットのコントラストの誘目性が影響していることも示唆された。探索実験の結果にはさまざまな要因が寄与するため、結果の解釈には曖昧な点も多いが、今回の結果は鮮度等の質感研究において視覚探索実験も有効であることを示した。

謝辞 本研究は、MEXT 科研費(23135511, 25135715)の助成を受けました。

〔文 献〕

- 1) S. Péneau, Brochhoff, P. Escher & Nuessli: "A comprehensive approach to evaluate the freshness of strawberries and carrots", *Postharvest Biology and Technology*, 45, pp.20-29 (2007)
- 2) C. Arce-Lopera, T. Masuda, A. Kimura, Y. Wada, K. Okajima: "Luminance distribution as a determinant for visual freshness perception: Evidence from image analysis of a cabbage leaf", *Food Quality and Preference*, 27, 2, pp.202-207 (2013)
- 3) C. Arce-Lopera, T. Masuda, A. Kimura, Y. Wada, K. Okajima: "Luminance distribution modifies the perceived freshness of strawberries", *i-Perception*, 3, pp.338-355 (2012)
- 4) C. Arce-Lopera, T. Masuda, A. Kimura, Y. Wada, K. Okajima: "Model of vegetable freshness perception using luminance cues", *Food Quality and Preference* (2014) in press
- 5) J. Shen, E. M. Reingold, M. Pomplun: "Distractor ratio influences patterns of eye movements during visual search", *Perception*, 29, pp.241-250 (2000)
- 6) I. Rischawy, S. Schuster: "Visual search in hunting archerfish shares all hallmarks of human performance", *J. Exp. Biol.*, 216, pp.3096-3103 (2013)
- 7) M. Wolfe: "Guided Search 2.0: A revised model of visual search", *Psychonomic Bulletin & Review*, 1, 2, pp.202-238 (1994)



まぐらい ゆうすけ
櫻井 勇介 2014年、横浜国立大学大学院環境情報学府情報メディア環境学専攻博士前期課程修了。在学中は野菜の鮮度知覚に関する研究に従事。現在、富士ゼロックス(株)に勤務。



おかじま かつのり
岡嶋 克典 1990年、東京工業大学大学院総合理工学研究科物理情報工学専攻博士課程修了。防衛大学校等勤務を経て、現在、横浜国立大学大学院環境情報研究院において、五感工学・質感色彩工学の研究に従事。正会員。