

写真画像によるベニズワイ漁獲物のサイズ測定方法

内山 勇

(2009年3月18日受理)

Method of Body Size Measurements of Landed Beni-zuwai Crab Using Photo Image

Isamu UCHIYAMA*

A method of measuring Beni-zuwai crab (*Chionoecetes japonicus*) body size at the fish market was proposed using a photo image analyzing technique. The precision of measurement improved after correction the strain by horizontal position in photo images. The measuring experiment using this method to dummy objects (length=100mm, n=210) those arranged formation as crab and scales filming at fish market provided satisfactory results. Length mean estimate minus dummy was 0.48mm and standard deviation was 0.95mm. This method has a great merit that is contact-free and rapidness in measuring. This method can be applicable not only measuring at fish market but also measuring rearing animal and fragile samples.

key words: *Chionoecetes japonicus*, photo image analyzing technique, size measurement

漁獲物の年齢組成は、水産資源の研究や調査を行う際の重要な基本情報の一つである。しかし、年齢形質が知られていない生物においては、漁獲物のサイズ組成等から年齢組成を推定する方法が知られている(田中 1998)。通常漁獲物のサイズ組成は、漁獲物を購入して実験室で測定したり、市場などで調査員が測定したりして得られる。しかし購入には相当の費用を要するし、現場で測定する場合では、漁獲物に触わることが制限されたり、測定に充てられる時間が制限されて十分なデータを得られないこともある。

漁獲物に触わることなく短時間に大量の測定を行うことができれば、これらの難点を克服することができる。そこで筆者は、市場に並べられたベニズワイ漁獲物を、デジタルスティルカメラを用いて基準尺と共に撮影し、画像計測ソフトを用いて計測する方法を提案した。本研究では、撮影から計測データを得るまでの手順を紹介し、本方法で得られる計測データの精度についても評価する。

* 富山県農林水産総合技術センター水産研究所 (Fisheries Research Institute, Toyama Prefectural Agricultural, Forestry & Fisheries Research Center, Namerikawa, Toyama 936-8536, Japan)

方 法

計測対象と撮影方法 計測対象としたのは、富山湾で操業する富山県下新湊漁業協同組合所属のかにかご縄漁船が水揚げするベニズワイである。新湊産地市場では、水揚げされたベニズワイが水平なコンクリートの床に並べられて競りに掛けられる。カニは腹側を上にして体軸方向に重ならない程度の間隔で、10個体ずつが一行に並べられる。一隻分の漁獲数は通常数百個体なので、一隻分の漁獲物について、この様なカニの列が人が歩ける程度の間隔を空けて数十組連なる。カニを並べる作業は漁業者が行い、競りが行われる数十分前に始まり数分前に終わる。

カニの撮影は、デジタルスティルカメラ（オリンパス社製）を3072×2304画素に設定し、並べられている10個体が1枚の横長画像の中央に収まるように行い、jpeg画像に保存した。長さ校正を行う基準尺として、カニの列に沿って列の中心軸から150～200mm離れた位置に、列よりも長めに伸ばした金属製巻尺をメモリ面が上になるように置いた（Fig. 1）。できるだけ速やかに撮影を行う必要から三脚などは用いず、レンズと床面がなるべく平行になるように注意して手持ちで撮影した。撮影に要する時間は1画像当り10秒程度で、漁業者がカニを並べている間に、一人の調査員が余裕を持って一隻分の漁獲物の全数を撮影することができた。

計 測 得られた画像をパーソナルコンピュータに取り込み、画像計測ソフト（ボラデジタル社製マイクロアナライザ）を用いて計測値を得た。通常カニの大きさは甲幅で示されるが、上述のように新湊市場ではカニが腹側を上にして並べられるので画像には甲殻が写らない。その代り胸部腹甲が写るので、画像によるカニの測定部位を左右の第3歩脚付け根間の胸部腹甲幅（以降胸部腹甲幅）とした（Fig. 1）。計測は画像のピクセル単位で行い、まず測定対象個体に最も近い基準尺

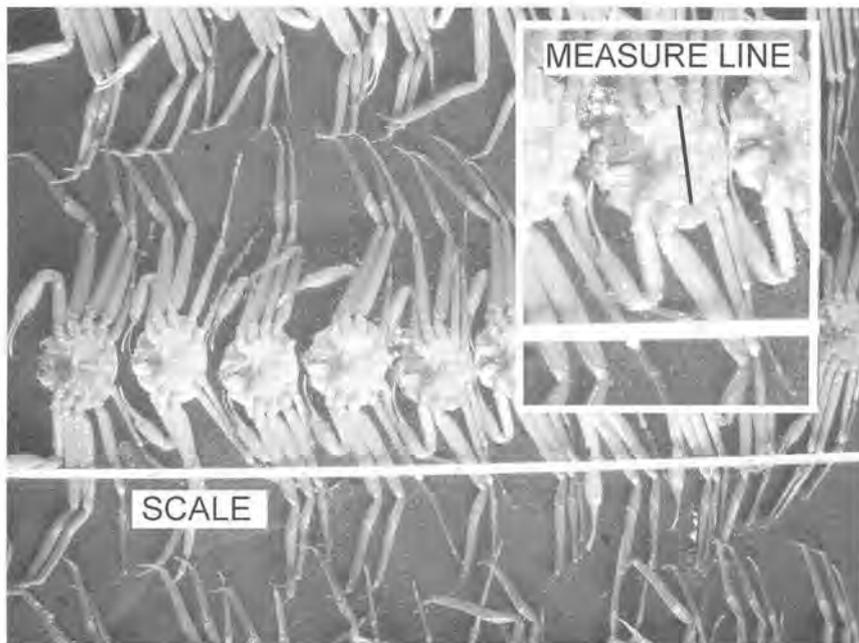


Fig. 1 Benisuwai-crab photo image with standard scale at fish market. Measuring part is shown in right column.

基準尺と伴に撮影したベニズワイ。右上に計測部位を示す。

の一定長（100mm）を基準長として計測し、次に測定対象個体の胸部腹甲幅を計測した。通常は1枚の画像に10個体が写っているので、この様な計測を1枚の画像につき10回繰り返した。計測後、胸部腹甲幅計測値（ピクセル数）を基準長計測値（ピクセル数）で除し基準長の実長（100mm）を乗じ胸部腹甲幅の推定値を得た。カニの並び方と基準尺の置き方の位置関係から、基準長の計測は画像の長辺方向、胸部腹甲幅の計測は短辺方向となった。計測に要する時間は1画像当たり2～3分で、計測値は表集計ソフトにそのまま取り込むことができる。

画像内位置による補正 前述のように本研究では、基準長の計測は画像の長辺方向に、カニの計測は短辺方向に行われる。ここで、画像内のどの位置でも被写体の横縦比が1：1であれば問題は無いが、もし横縦比が位置によって異なる場合はその比率に応じた補正を施すことが望ましい。そこで、実際に撮影するカニとスケールの並べられ方に倣い、横長の画像の長辺方向にカニに見立てた10本のスケールを約100mm間隔で並べ、これらに直行させて画像の短辺方向の画像端から約1/3の位置に基準尺となるスケールを置いて撮影した画像を用いて、画像内位置の違いによる横縦比の違いを評価した (Fig. 2)。計測は、実際の計測と同様に、まずカニに見立てたスケールに最も近い部分の基準尺の100mm分を計測し、次にカニに見立てたスケールの100mm分を計測した。市場で撮影する際にはスケールとカニの距離が一定ではないので、この事による誤差を評価するため、カニに見立てたスケールの計測を、計測線の中心位置が基準尺から100、150および200mm離れた3箇所で行った。

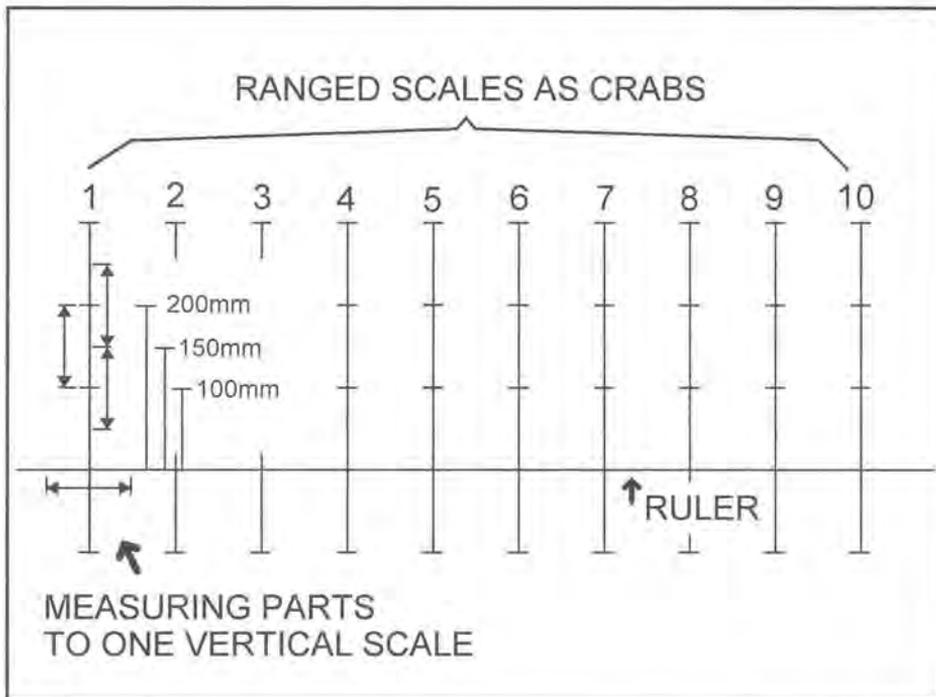


Fig. 2 Schematic sketch of scales formation for estimate difference horizontal / vertical ratio by horizontal position in photo image designed as measuring benizuwai-crab at fish market filming.

画像内の水平位置による横／縦比の違いを評価する際の物差しの配置模式図。縦の物差しは10個体のカニに見立ててある。

カニ測定部位の撮影面からの傾きの評価 撮影はカニが並べられた床面とレンズがなるべく平行になるよう行ったが、カニの計測部位が床面と平行でない場合は誤差が生じると考えられる。そこで、カニを平面上に裏返しに置いて、左右の第3歩脚の付け根と平面の距離をノギスを用いて計測し、左右の第3歩脚付け根を結ぶ直線とカニが置かれた平面のなす角度を求めた。用いたカニは、別に行っている飼育実験途中で死亡しエタノール液中に保存してあった甲幅31.7~77.3mmの14個体であった。

撮影精度の評価 本研究で提示した方法でどの程度正確に物体の長さが計測できるかを検討するため、カニに見立て約100mm間隔で床に10個並べた同一長(100mm)の対象物(ダミー)を、カニを撮影するときと同様な方法でスケールと共に21回撮影し、210の計測データの中でどの程度の誤差が生じるかを評価した。

結 果

画像内位置による補正 横長画像内における、画像内位置と横縦比(横/縦)の関係をFig. 3(a)に示した。横縦比は画像の長辺の中心付近ではほぼ1であったが、中心から離れるにつれ値が小さくなって最大で5%程度の違いがあり、画像長辺の中心から離れるほど対象物が縦長に写る傾向があった。基準尺からの縦方向の距離による違いは、距離100~200mmの範囲では長辺方向の中

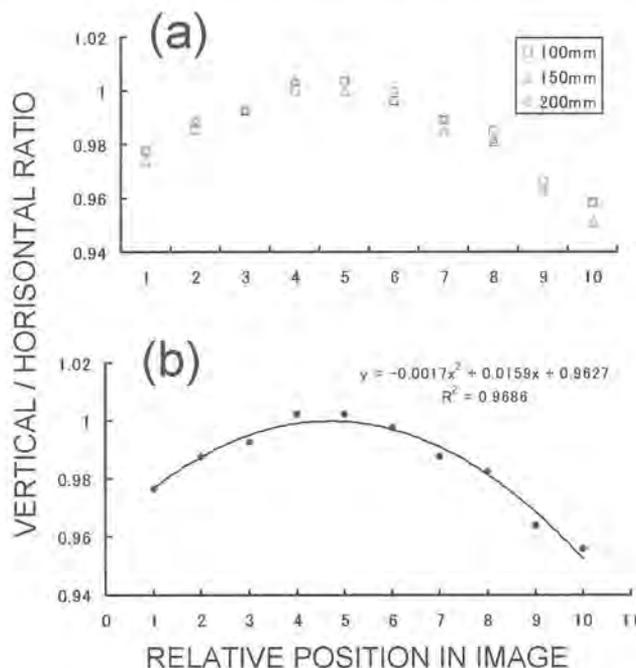


Fig. 3 The differences of horizontal / vertical ratio by horizontal position (divided eleven) in photo image. Panel (a) shows measured data by the method shown in Fig. 2, panel (b) shows fitted curve and regression equation to mean value of ratio. Numeric in panel (a) indicates distance horizontal ruler and center of measure lines shown in Fig. 2.

画像内の水平位置による横/縦比の違い。(a)は測定値を示し(b)は測定値の平均値に当てはめた曲線と回帰式を示す。(a)の数値は、基準尺と測線の中央までの距離。

心からの位置に関わらず最大でも1%以下で小さかった。以上の結果から、本研究でのカニの撮影アングルでは、基準尺からの距離の違いによる補正は行わず、画像の長辺方向の位置の違いによる補正を施すこととした。

画像の長辺方向の位置の違いによる補正率を得るため、カニに見立て縦に並べた各スケールについて、基準尺からの距離100、150および200mmで得られた3つの横縦比の値を平均し、各スケールの位置を左端から1～10とし、各スケールに対する横縦比のプロット(Fig. 3(b))に、表集計ソフトの回帰曲線適合機能を用いて2次曲線を当てはめ、以下の補正式を得た。

$$Y = -0.0017X^2 + 0.0159X + 0.9627 \quad (R^2 = 0.9686)$$

ここで Y：補正率

X：画像左端を相対位置0、右端を11とした場合の長辺方向の位置

計測値の補正は、例えばカニが画像内で10個体並んでいる場合は、それぞれのカニの画像長辺方向の位置を、左端を1、右端を10のように数値で与え、この数値を式に代入して求めた補正率を胸部腹甲幅の推定値に乗じて行った。

カニ測定部位の撮影面からの傾きの評価 14個体について行った、カニを平面上に裏返しに置いて計測した左右の第3歩脚の付け根を結ぶ直線と平面のなす角度は、最大4度、最小0度、平均1度で、撮影面と計測面の傾きが大きな計測誤差を生じさせないと判断した。

撮影精度の評価 ダミーを用いた画像計測で得られた長さの推定値は、長辺方向の位置による補正前で平均102.06mm標準偏差1.45mm、補正後で100.48mm標準偏差0.95mmであった。

考 察

本研究で提案した計測対象物および基準尺の配置の条件下で、ダミーを用いて画像計測を行った場合の実長と平均推定長の差および標準偏差は、画像内位置による横縦比補正後では0.48mmおよび0.95mmであった。実際に市場で物差しを当てて魚体測定をする場合など、5mm単位の値を得ることがせいぜいなので、本研究で提示した画像計測方法は実用上十分な精度を有するといえる。また、ベニズワイが裏返しに並べられる新湊産地市場での測定では、測定部位を胸部腹甲幅とせざるを得ないが、これに該当する左右の第3歩脚の付け根間の長さを結ぶ直線は床面とほぼ平行であることが分かったので、この点からもベニズワイに対しての画像計測は有効と考えられる。ベニズワイでは胸部腹甲幅をそのまま体サイズの代表値として用いることもできるが、甲幅へ換算したい場合は、甲幅と胸部腹甲幅との関係式を別途求め用いればよい。漁獲物の撮影が迅速に行えるので、新湊産地市場では、一隻の漁船が水揚げする数百個体を全て測定できる利点がある。

画像解析による漁獲物のサイズ測定に関しては今井ら(2005)による研究がある。今井ら(2005)は箱詰めされたムシガレイについて、画像計測で実用上十分な精度の体長計測が可能であることを示した。今井ら(2005)は、市場におけるサイズ測定に画像計測を導入する主な意義として、(1)市場関係者の抵抗が少ない非接触測定が可能なこと、(2)漁獲物の市場での暴露時間が短いことにも対応できる高い作業効率と簡便性、(3)標本購入を最小限に抑えられる低コスト及び(4)再び計測が

必要になった場合に保存された画像が利用できる再現性を挙げている。

本研究でも同様な意義を認めることができるが、一方で本方法を用いる場合の決定的な制約として、当然ながら対象物の計測部位が明瞭に、撮影面と少なくとも一定の角度で撮影できる条件が満たされなければならない。富山県では新湊以外の市場にもベニズワイが水揚げされるが、ザルにぎっしり詰め込まれた状態で競りに掛けられる場合が多く、かごの上面に対してのカニの姿勢が不規則で、本方法を適用できる条件を満たさない。画像計測が適用できるかは、市場での測定対象漁獲物の取り扱い方に大きく依存せざるを得ない。

ただし、市場での測定に限らなければ、様々な対象物のサイズ測定を行う際の有力な手段になりうる。例えば、飼育実験中の個体を測定したい場合など、非接触性や迅速性は個体への測定による影響を最小限に止めうると期待できるし、表皮の脆弱な生物を生かしたまま測定したい場合にも応用できる。また保存標本の測定においても、壊れやすかったり軟弱な上にサイズの小さかったりする標本などでは、ノギスなどによる接触測定よりも有効な場合も十分考えられ、再現性においては明らかに勝る。これら、測定者の管理下にある測定対象物の場合は、平面上に測定部位を上にして整列させるなど、撮影条件を最適にすることが可能であるから、画像計測が持つ利点を最大限発揮させることができる。

今井ら(2005)は、撮影画角が大きなムシガレイの計測を、カレイと同方向に配置した基準尺を用いて行ったので、本研究で行ったような画像内位置の違いによる補正は特に考慮していない。本研究のように測定対象の画角が小さかったり、基準尺の計測方向が計測対象物の計測方向と異なる場合は、本研究で行ったような画像内位置による補正を行えば、より高い精度のサイズ推定が期待できる。画像計測を行う際には、被写体のアングルに応じた計測値の評価や補正を行う必要がある。

文 献

- 今井千文・宮崎義信・時村宗春・山本圭介 2005. 写真画像解析による体長測定法の開発：ムシガレイ漁獲物の銘柄別全長組成推定への応用. 水産海洋研究, 69(1): 18-26.
- 田中昌一 1998. 増補改訂版水産資源学総論. 新水産学全集 8, 恒星社厚生閣, 東京, 138-201.