

カニ類における甲殻のモアレトポグラフィ

竹下 貢二・藤田 轟・川崎 正和

Carapace moiré topography in crabs

Koji TAKESHITA* Hitoshi FUJITA* and Seiwa KAWASAKI*

Preliminary application of moiré topography was made to represent three-dimensional configuration of crab carapace: Diagnostic surface information on the carapace could be clearly given by the observation of the contour moiré patterns which are yielded from such configurations as convexity or concavity at specific region (Plates VII-XIII). An attempt was made to describe the convexity at branchial region using measurements on the cross sectional diagram that was simply provided from moiré photograph (Figs. 1, 2 and Table 1). A carapace replica was illustrated to show the possible application of moiré photograph (Fig. 3).

モアレトポグラフィ法はモアレ縞**を利用して、3次元物体の表面情報を地形図と同様に等高線パターンで図形化し、写真記録する方法である。この方法によると、物体表面の起伏、凹凸、歪み等の形状を等高線モアレ画像として正確に記録でき、またその等高線情報を利用して目的に応じた各種の測定を行うこともできる。

近年、医学の各分野における生体計測をはじめとし、理・工学における種々の形状計測に、モアレトポグラフィ法が広く利用されるようになった。生物学においても各種標本の形状記録や測定に利用することが可能であろうと考えられるので、数種のカニ類についてモアレトポグラフィ法による甲殻形状の画像記録と測定を試み、この方法を形態学に利用するための参考資料とした。

この報告の作成にあたり、画像記録に関する技術上の助力を賜った富士写真光機株式会社光学機器部鈴木正根部長ならびに野口憲一氏に厚く御礼申し上げる。遠洋水産研究所水戸敏企画連絡室長ならびに佐野蘊北洋資源部長には原稿の校閲を頂いた。記して謝意を表す。

材料と方法

供試材料として、下記ズワイガニ類 (Gen. *Chionoecetes*) の4種およびタラバガニ類 (Subfam. Lithodinae) の3属各1種の雄を用いた。

ズワイガニ類, 1. *C. bairdi* RATHBUN, 2. *C. opilio* (O. FABRICIUS), 3. *C. tanneri* RATHBUN,
4. *C. japonicus* RATHBUN

タラバガニ類, 1. *Paralithodes camtschatica* (TILESIIUS), 2. *Lithodes aequispina* BENEDICT,
3. *Paralomis verrilli* BENEDICT

1978年11月24日受理 遠洋水産研究所業績 第189号

* 遠洋水産研究所 (Far Seas Fisheries Research Laboratory)

** モアレ縞生成の原理については、鈴木他 (1973) に詳述されている。

これらのカニ類の甲殻（頭胸甲）の立体形状には種の特徴が認められ、またパターン計測にも適しているから、甲殻についてモアレ画像による記録と測定を試みた。

画像の作成には、フジノンモアレカメラ（富士光機株式会社製）を使用した。等高線モアレ縞の深さ（画像において白—白または黒—黒の縞によって示される等高面間隔）は 2 mm とした。モアレ縞の基準面は任意に設定できるが、この報告では胃域および左右両鰓域の最凸部（棘を除く）を含む平面を基準面とした。

結果および考察

1. モアレ画像による甲殻形状の記録

ズワイガニ類やタラバガニ類の甲殻各部位における起伏、凹凸の形状は形態的特徴の一つとされ、それらに関しては次のような記載例がある。

ズワイガニ類についての記載例としては、

(1) *C. opilio* および *C. bairdi*: 鰓域はふくらみがないか、あるいは僅かにふくらむ (RATHBUN, 1925)。

C. opilio では甲はやや平たく、鰓域はふくれていないので、甲の後方の傾斜面がやや平たくなっている (酒井, 1978)。

(2) *C. japonicus* および *C. tanneri*: 鰓域は背面および側面に向って著しくふくらむ (RATHBUN, 1925)。

C. japonicus では (*C. opilio* に対して) 両鰓域が強くとふくれているので、甲の後方の傾斜面は明らかに急になっている (酒井, 1978)。

またタラバガニ類についての記載例として、

(3) *Paralithodes camtschatica*: 甲は胃域が隆起し、心域は縦にせまく、鰓域は丸く、後方に強く張り出している (酒井, 1971)。

(4) *Lithodes aequispina*: 甲は *P. camtschatica* よりもふくらみ、心域は一層凹み、この凹みは腸域をへて甲後縁までおよぶ (BUTLER, 1962)。

(5) *Paralomis verrilli*: 甲面は胃域、鰓域が僅かにふくれているが、一般的に甲面は平圧されている (酒井, 1971)。

これら記載例の各種について、普通写真および等高線モアレ画像を示した (図版 VII~XIII)。このような普通写真 (描画) による記録は、甲殻形状に関する記述を視覚的に補うため利用されてきたが、上記の記載例のように表現された甲殻の立体形状やその特徴を写真によつて的確に表示することは必ずしも容易でないと考えられる。これに対してモアレ画像においては、等高線の密度や等高面の形状によって、甲殻各部位のふくらみやひろがりおよびそれらの特徴が表示され*、これによつて甲殻の立体形状に関するより正確な観察と測定ができるから、記録としてすぐれている。したがって、甲殻形状に関する記述や写真にモアレ画像を加えることにより、情報量は著しく向上すると考えられた。

2. モアレ画像による甲殻形状の測定

モアレ画像を利用すると、甲殻の任意の部位における断面図が比較的容易に作製できるので、鰓域についてこうした操作を行い、鰓域のふくらみの数値的表現を試みた (図 1)。

まずモアレ画像を用いて、左右両鰓域の最凸部 A, A' を含みかつ基準面に対して垂直な断面図を作製し、測定部位を次のようにして定めた。すなわち直線 AA' を基準とし、これに平行でかつ最凹部 B, B' を含む線分 CC' および A から CC' に至る垂線 AD について、AD, BC および DC の長さを測定した (図 1 および 2)。

鰓域のふくらみの強さは AD/BD または AD/DC によつて示すこととし、各種標本について求めたそれらの値を表示した (表 1)。

* モアレ縞が凹面を形成するか或いは凸面を形成しているかが不明の場合には、モアレカメラによる凹凸判定の撮影法がある (鈴木他, 1975)。

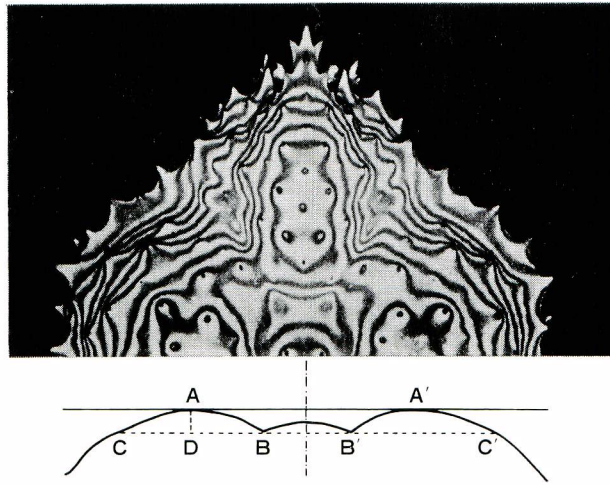


Fig. 1. Contour moiré photograph and cross sectional diagram at branchial region of carapace showing dimensions for convexity measurements, \overline{AD} , \overline{BD} , and \overline{CD} (contour distance 2 mm).

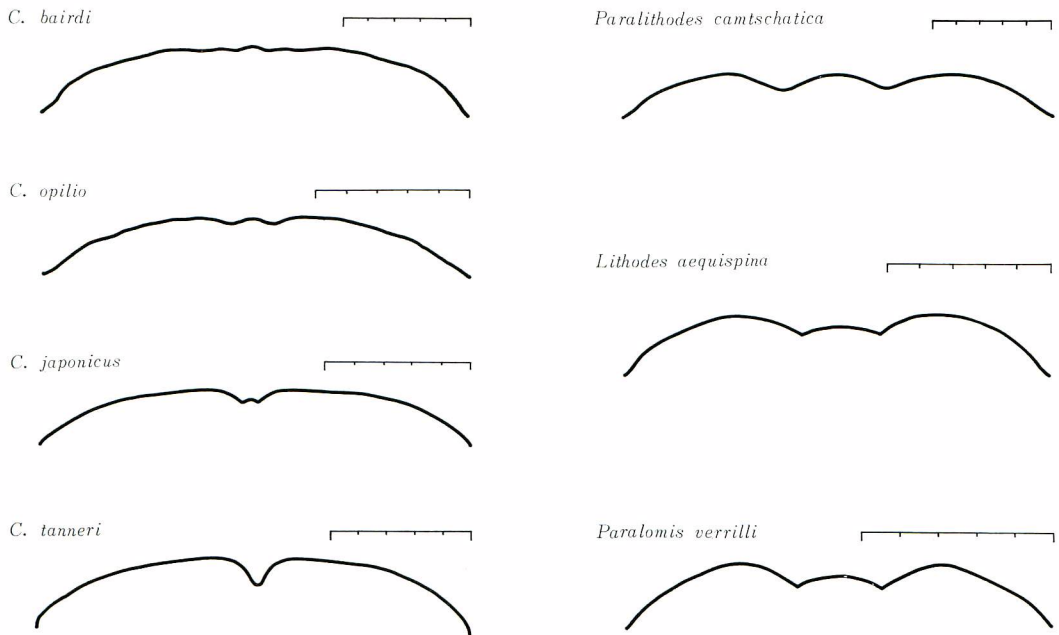


Fig. 2. Cross sectional diagrams at branchial region of carapace for convexity measurements (see Fig. 1 and Plates VII-XIII), each scale represents 5 cm.

用いた標本はいずれも甲殻幅が 100 mm を越える成体雄ガニであった。仮りに成体に達してから後は、甲殻の相対形状には変化がないとすると、ズワイガニ類のうち鰓域のふくらみが最も強い *C. tanneri* の $\overline{AD}/\overline{BD}$ の値は、*C. opilio* の約 3.6 倍となり、タラバガニ類の *P. verrilli* は *P. camtschatica* の約 1.3 倍となる。

Table 1. Convexity expressions at branchial region based on cross sectional measurements of carapace.*

Convexity	Tanner crab				Lithodid crab		
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
$\overline{AD}/\overline{BD}$	-**	0.18	0.37	0.65	0.30	0.30	0.39
$\overline{AD}/\overline{CD}$	-**	0.12	0.14	0.22	0.27	0.31	0.37

(1) *Chionoecetes bairdi*, (2) *C. opilio*, (3) *C. japonicus*, (4) *C. tanneri*, (5) *Paralithodes camtschatica*, (6) *Lithodes aequispina*, (7) *Paralomis verrilli*.

* See Figs. 1 and 2.

** Convexity is negligible.

以上は甲殻形状の測定に関する簡単な 1 例であるが、モアレ画像を用いると、同一等高面の面積や特定部位の体積等、他にも各種の測定を行うことができ、これに基づいて形状に関する種々の数値的表現が可能となると考えられる。

3. モアレ画像による甲殻標本の復元

標本の保存や観察を行う上で、複製のもつ意義は大きいから、モアレ画像から得られる断面図を用いて甲殻標本の復元を試み、今後の画像利用に関する一資料とした。

復元のために用いた画像は、深さ 2 mm のモアレ縞によってパターン表示されており、画像から直接 1 mm

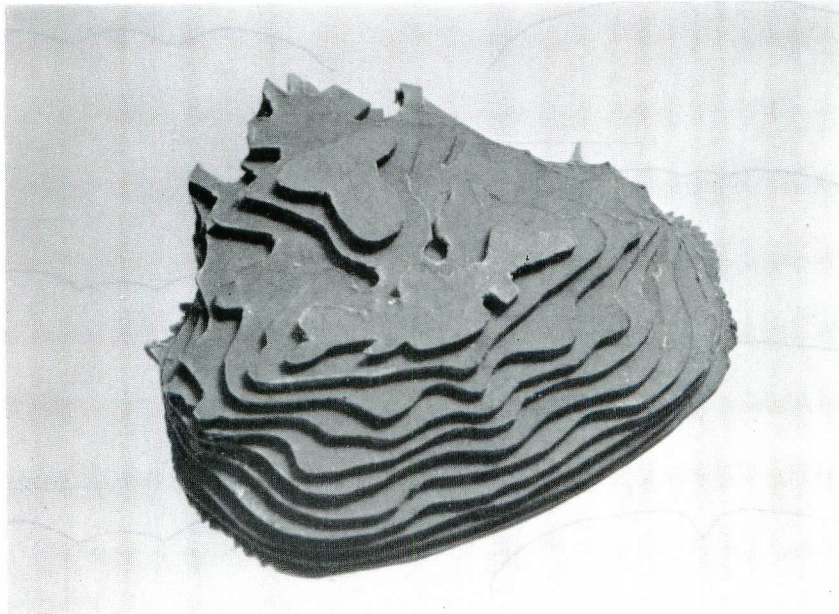


Fig. 3. Carapace replica illustrating application of contour moiré photograph: *C. bairdi*, male 62.1 mm in carapace width (contour distance 1 mm).

間隔の等高面図すなわち水平方向の切断面図が得られる。これら断面図をそれぞれ厚さ 1 mm の台紙に写して切り抜いた後、順次積み上げて粗模型を作成した。粗模型における台紙間の段差を消すことによって復元は完成するが、各断面の形状を示すために粗模型を図示した (図 3)。

表面の微細構造まで含めた甲殻全体について、近似度の高い復元を行うためには、モアレ縞の深さを変えつついくつかの異なる方位から記録した画像が必要となる。これらの画像を用いて復元を行うことは必ずしも容易ではないが、標本に触れることなく形状の再生ができることは、モアレ画像による復元法の大きな利点である。

ま と め

以上の結果はカニ類甲殻の形状記録 (復元を含めて) および測定に、モアレトポグラフィの利用が可能であることを示唆している。この利用によって得られる主な利点としては、(1)甲殻の立体形状を等高線パターンとして観察できかつ標本間の視覚による形状比較も容易であること、(2)甲殻の立体形状が画像として記録されているから、その形状に関する各種の測定および再測定が容易であること、(3)画像が標本に対して非接触的に記録されており、その画像からの標本の復元も目的によっては可能であること等が考えられる。

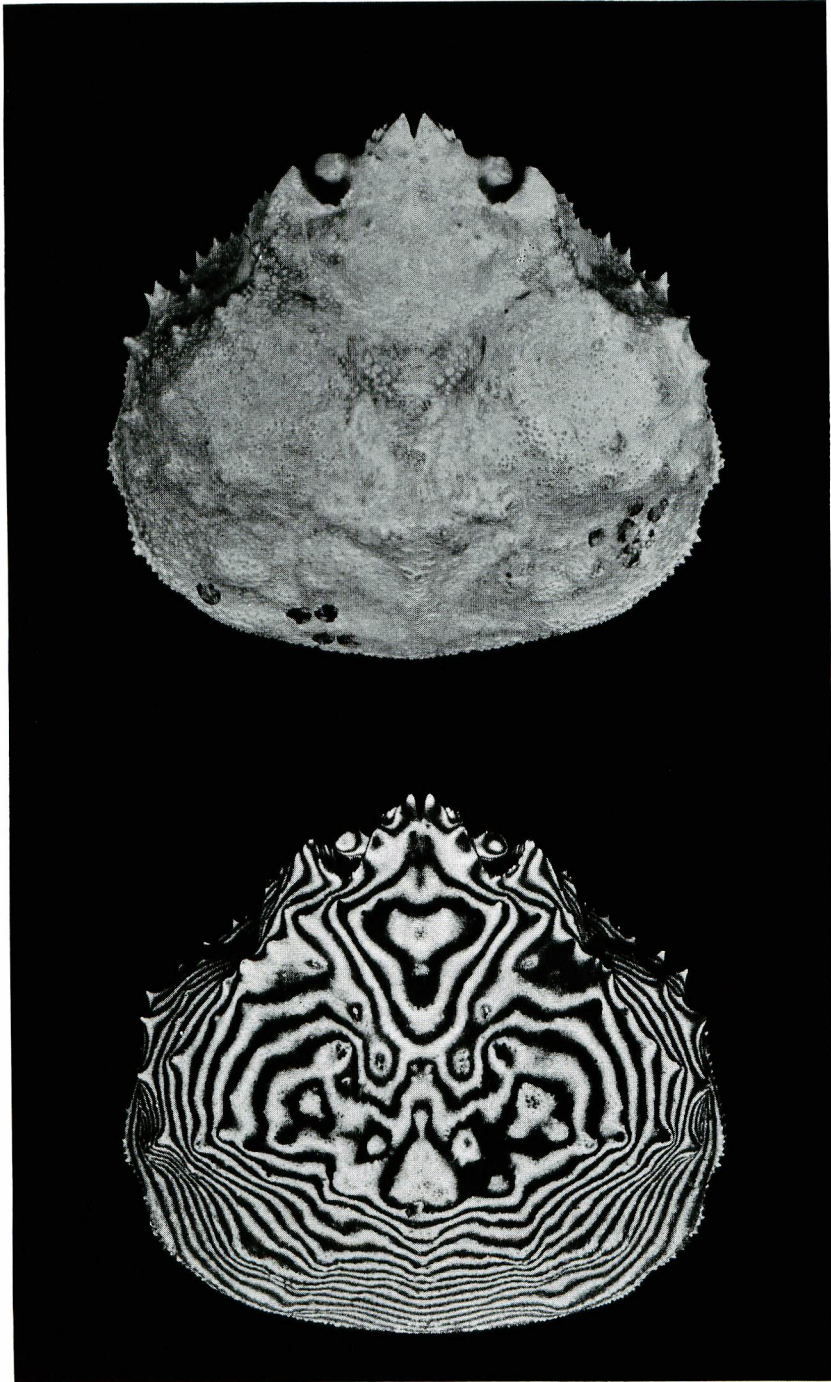
このような観点から、種々の標本についてモアレ画像による表示を行い、それらを従来の記録に付け加えることによって、甲殻形状に関する情報量を視覚的にも計測的にも一層高めることができると考えた。

文 献

- BUTLER, T. H. 1962: The occurrence of the king crab, *Paralithodes camtschatica* (Tilesius), and *Lithodes aequispina* Benedict in British Columbia. J. Fish. Res. Bd. Canada, **19** (3), 401-408.
- 井上駿一, 辻 陽雄, 大塚嘉則, 鈴木 弘, 篠遠 彰 1977: Moiré Topography. 整形外科, **28** (7), 746-755.
- 西坂 剛, 村上 正, 若杉文吉 1974: 等高線モアレ縞による生体の立体計測法. 通信医学, **26** (2), 89-97.
- RUTHBUN, M. J. 1925: The spider crab of America. Smith. Inst., U. S. Nat. Mus., 129, 235-236.
- 酒井 恒 1963: 日本産甲殻類に関する話題 (I). 甲殻類の研究, **1**, 12-15.
- 1971: 2 新種を含むたらばがに科 15 種の解説. 同誌, **4**・**5**, 25-49.
- 鈴木正根, 金谷正徳, 鈴木喜義 1974: モアレ縞による三次元計測. 精密機械, **40** (9), 36-43.
- , ——, ——, 関 一徳, 松岡 猛 1975: モアレトポグラフィ計測法 (I). 画像技術, **6** (10・11), 61-71.
- , ——, ——, ——, —— 1975: モアレトポグラフィ計測法 (II). 同誌, **6** (12), 35-47.
- 山本雄史 1978: モアレ・トポグラフィ計測法によるボディ製作とその応用. 服装文化 (服装文化協会), **157**, 8-14.

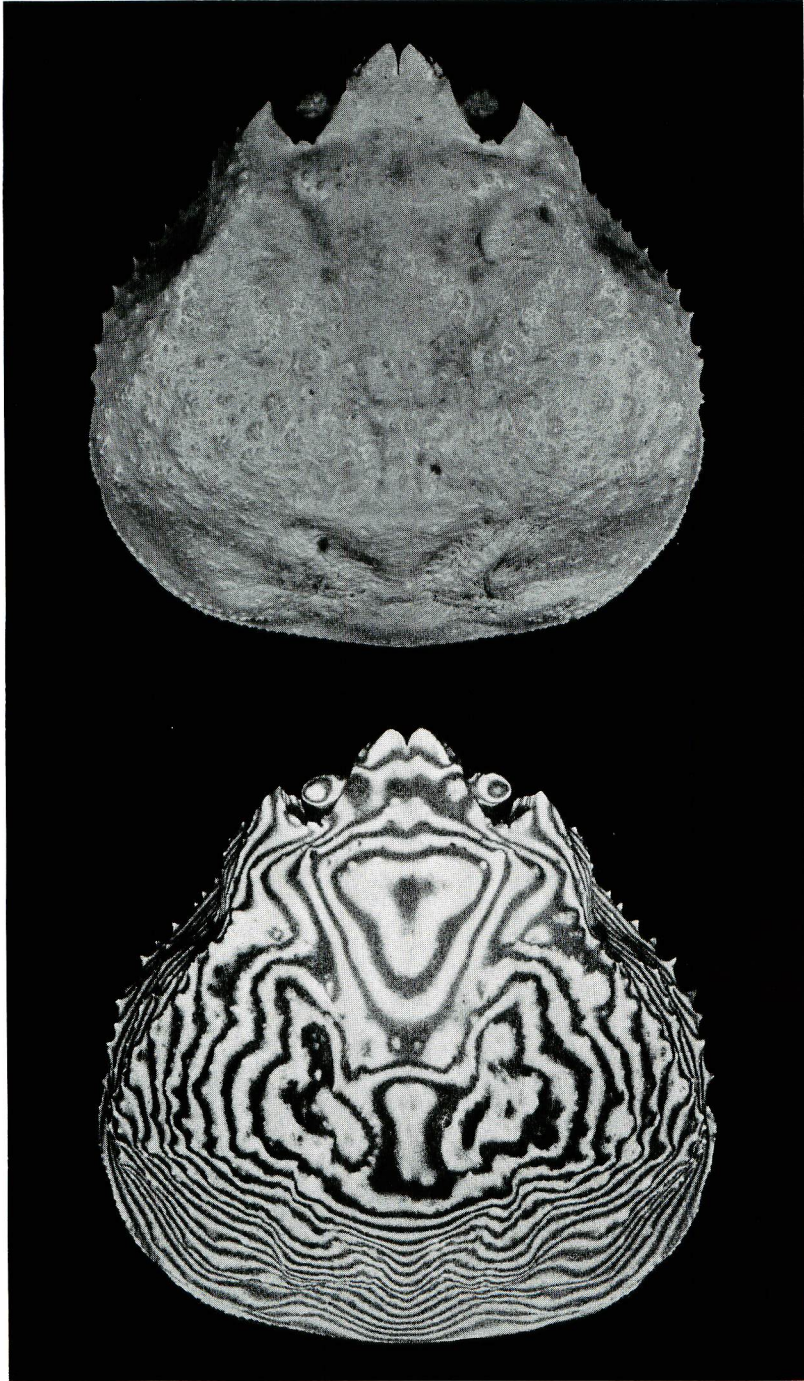
EXPLANATION OF PLATE VII

Tanner crab, *Chionoecetes bairdi*, male: Dorsal view (upper, width 157.1 mm) and contour moiré photograph (lower, width 169.5 mm) of carapace (contour distance 2 mm).



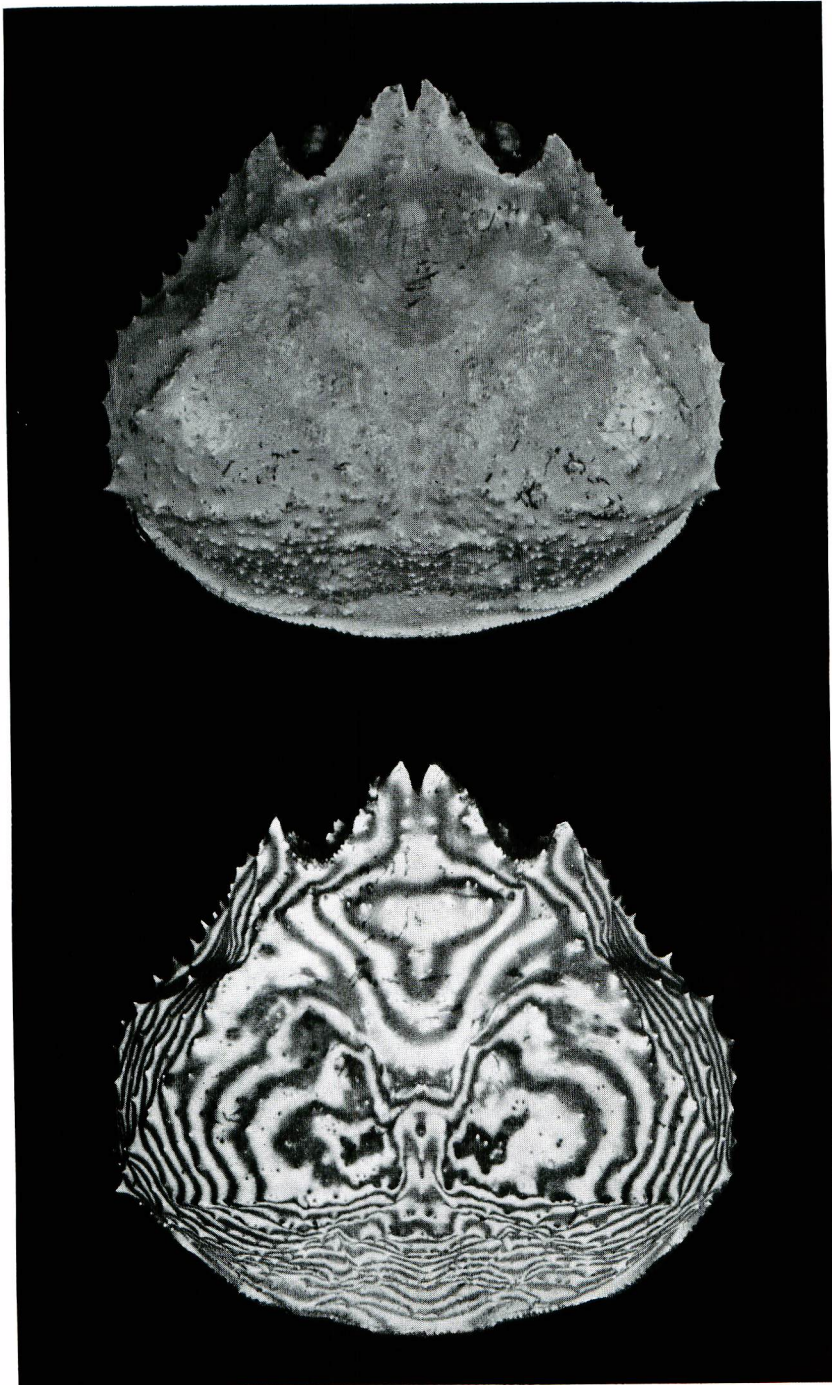
EXPLANATION OF PLATE VIII

Tanner crab, *Chionoecetes opilio*, male: Dorsal view (upper, width 141.2 mm) and contour moiré photograph (lower, width 140.3 mm) of carapace (contour distance 2 mm).



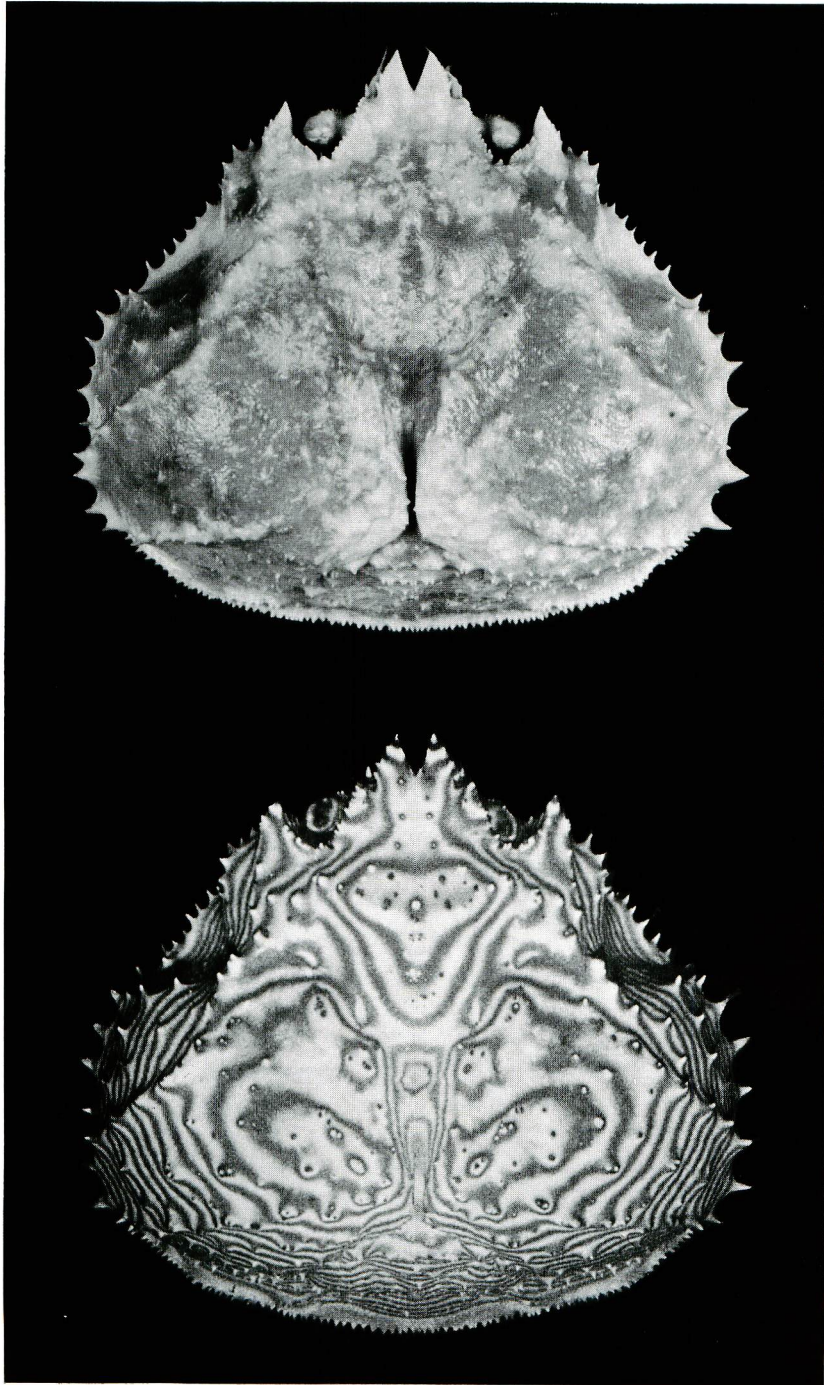
EXPLANATION OF PLATE IX

Tanner crab, *Chionoecetes japonicus*, male: Dorsal view (upper, width 144.7 mm) and contour moiré photograph (lower, width 150.2 mm) of carapace (contour distance 2 mm).



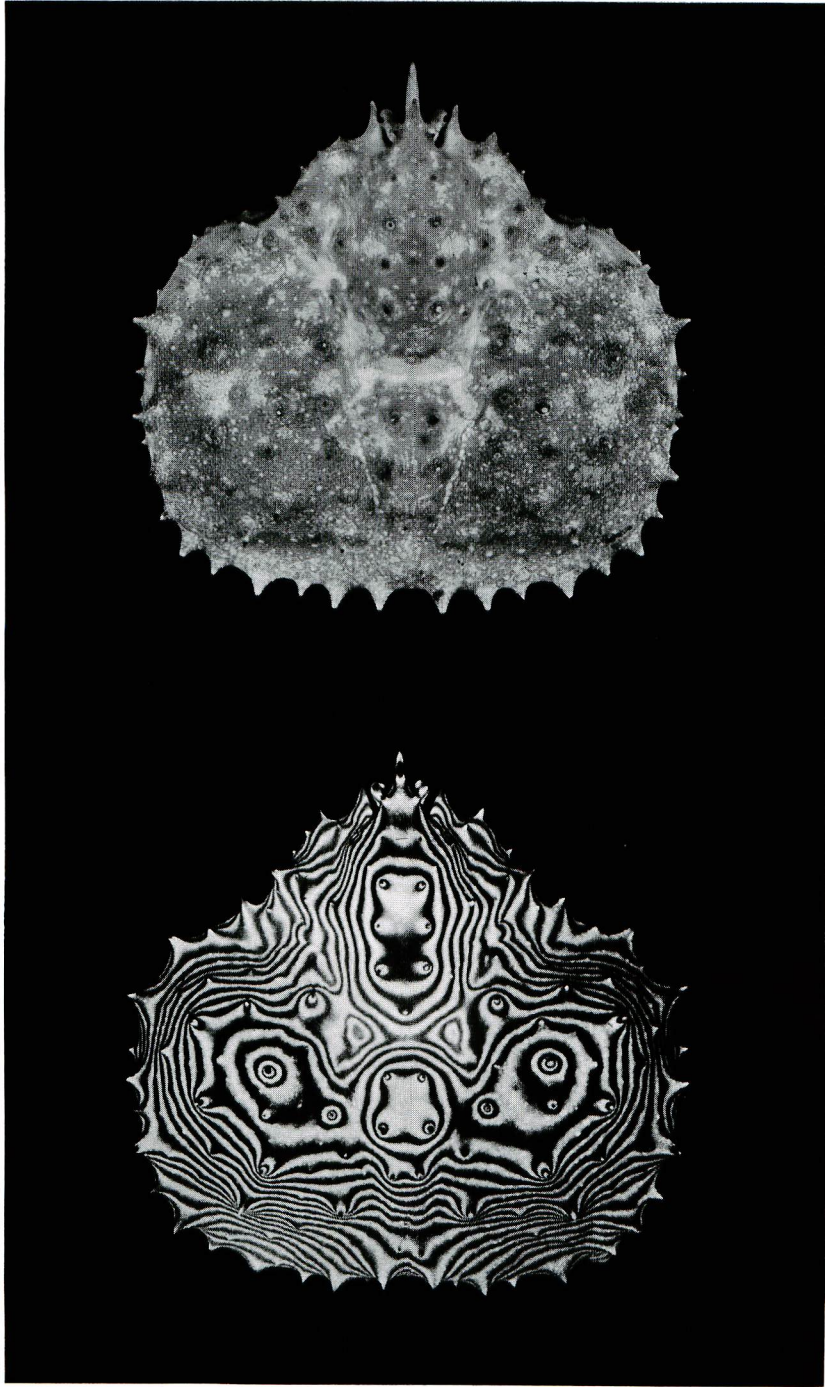
EXPLANATION OF PLATE X

Tanner crab, *Chionoecetes tanneri*, male: Dorsal view (upper, width 155.2 mm) and contour moiré photograph (lower, width 156.3 mm) of carapace (contour distance 2 mm).



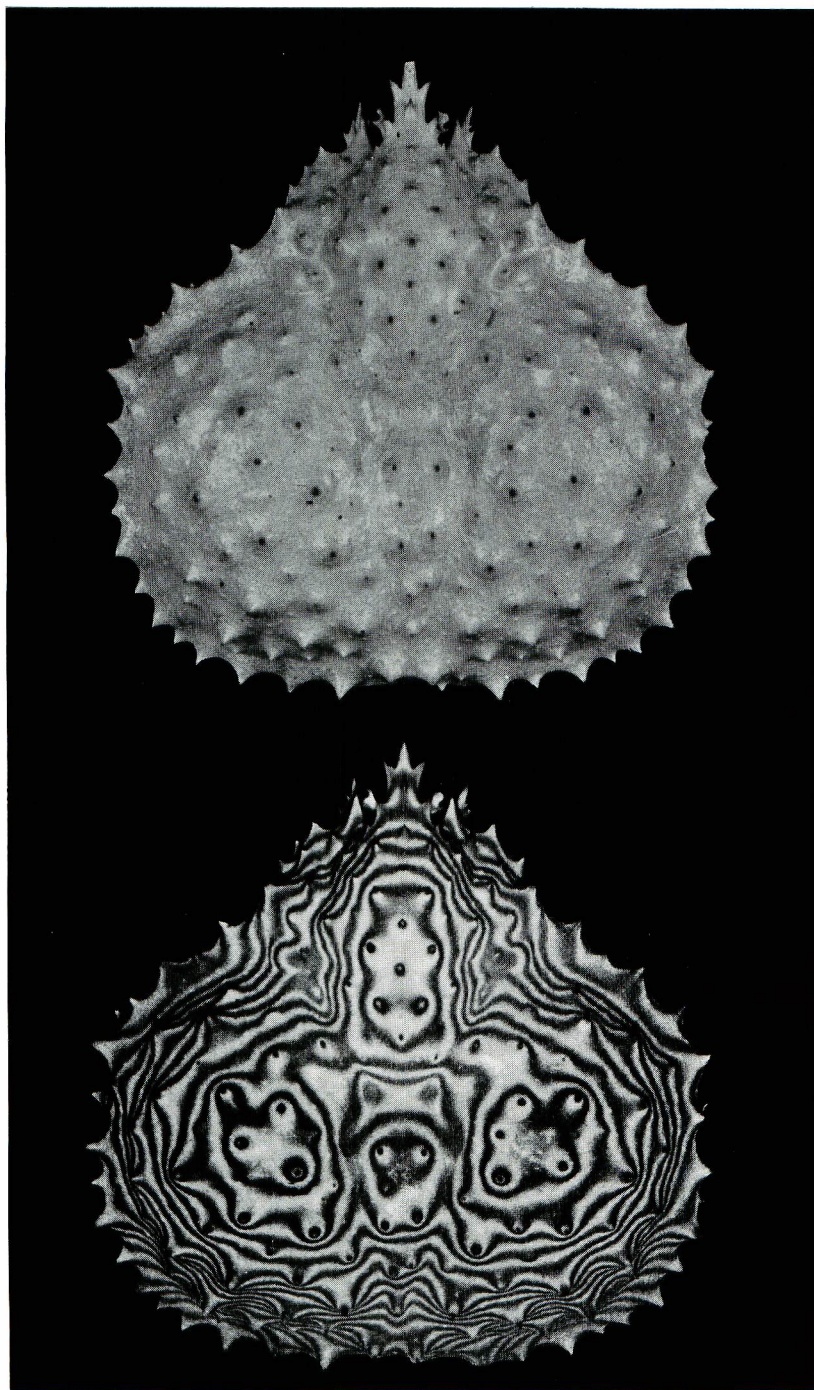
EXPLANATION OF PLATE XI

Lithodid crab, *Paralithodes camtschatica*, male: Dorsal view (upper, width 165.7 mm) and contour moiré photograph (lower, width 178.4 mm) of carapace (contour distance 2 mm).



EXPLANATION OF PLATE XII

Lithodid crab, *Lithodes aequispina*, male: Dorsal view (upper, width 130.3 mm) and contour moiré photograph (lower, width 130.3 mm) of carapace (contour distance 2 mm).



EXPLANATION OF PLATE XIII

Lithodid crab, *Paralomis verrilli*, male: Dorsal view (upper, width 102.2 mm) and contour moiré photograph (lower, width 112.4 mm) of carapace (contour distance 2 mm).

