

以西底曳網漁獲ケンサキイカの鮮度および一般成分

桑原 浩一, 黒川 孝雄

Chemical Component and Freshness of Swordtip Squid, *Photololigo edulis*

Koichi Kuwahara and Takao Kurokawa

Processing characteristics of swordtip squids caught by the trawl nets in the East China Sea and landed at the Nagasaki municipal fish market were studied from May to December.

Volatile basic nitrogen content was about 12 mg/100g through the term. Average K-value was 48% and the value in July to October was about 10% higher than that in May to June. Activity of enzyme autolysis in mantle and liver was high in July to August and that in liver was 6 to 35 times higher than that in mantle. Moisture, crude lipid, crude protein, and crude ash showed a little fluctuation regardless of body length through the term.

実験方法

イカ類に関する利用化学的研究は魚類に比べると少ないが、加工原料に多用されるスルメイカについては、VBNの生成が多く、^{1,2)}ATP関連化合物の分解経路が魚類と異なり、しかも速やかである³⁻⁶⁾などの鮮度特性や酵素、^{7,8)}エキス成分⁹⁾などの加工に関連した多くの報告がある。

一方、生鮮利用が多いケンサキイカに関しては、岩本らが行った鮮度に関する研究^{10,11)}や遊離アミノ酸を他のイカ類と比較した報告¹²⁾などが散見される程度である。しかし、以西底曳網漁業で多獲される小型のケンサキイカは、給食向け調理素材などに加工される割合が増大し、これに関する栄養学や利用化学的知見が求められている。

そこで、以西底曳網で漁獲されたケンサキイカのVBN, ATP関連化合物, 外套膜と肝臓の自己消化酵素活性および外套膜の一般成分を調べた。

試料 Y社所属の以西底曳網船が、1994年7月から12月および1995年5月から10月にかけて図1に示した海域で漁獲し、長崎魚市場に水揚げしたケンサキイカ *Photololigo edulis* の主に8段と称される銘柄のものから無作為的に2または3箱を採取して研究室に持ち帰り、直ちに分析試料を調製した。すなわち、ATP関連化合物と自己消化酵素活性、VBNと一般成分の分析試料はそれぞれ同一個体を用い、前者は1尾1検体として3または5検体(表1)、後者は各銘柄で異なり、4段は1尾、8, 9段は5尾、バラは15尾を1検体としてそれぞれ2検体(表2)を各箱から採取し、内臓、頭脚部および外皮を除去した外套膜と肝臓をそれぞれポリエチレン袋に密封してドライアイスで凍結後、 -70°C に保存し適宜分析に供した。

本報告では以下の略号を用いる。VBN:揮発性塩基態窒素, ATP:アデノシン三リン酸, ADP:アデノシン二リン酸, AMP:アデノシン一リン酸, IMP:イノシン酸, AdR:アデノシン, HxR:イノシン, Hx:ヒポキサンチン

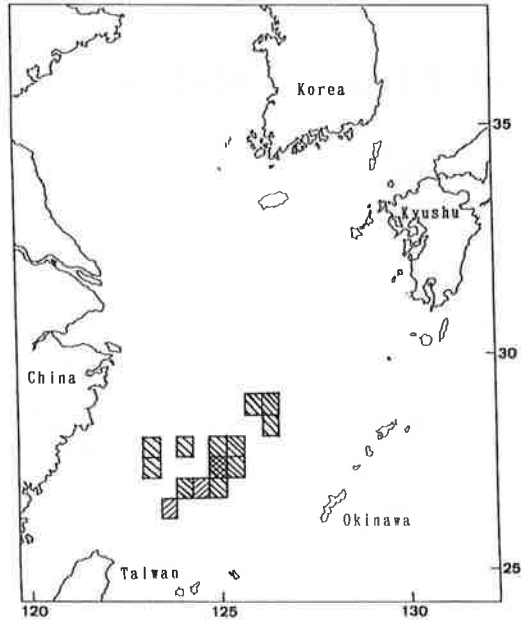


図1 漁獲海域

Fig.1. Investigation area map of East China Sea.

▨ : 1994, ▩ : 1995

VBN トリクロロ酢酸で抽出して、微量拡散法で測定した。¹³⁾

ATP関連化合物 試料約2.5gを精確に秤取し、これに冷却した10%過塩素酸7.5mlおよび海砂約0.8gを加えて、住友化学製ハンディーホモジナイザーで磨砕後、冷蒸留水5mlを加えて再度ホモジナイズした後遠心分離し、残渣に5%過塩素酸を加え攪拌抽出して遠心分離する操作を二度繰り返して得られた上澄液を併せる。これを10Nおよび1Nの水酸化カリウムで中和後、過塩素酸中和液で25mlに定容とした。次に、島津製作所製高速液体クロマトグラフLC-10ASにShodex Asahipak GS-320HQカラムを装着し、溶出液200mMリン酸ナトリウム (pH 3.0, 0.6ml/分), 試料注入量10 μ l, 検出波長250nmで測定した。^{14, 15)}

表1 酵素活性およびATP関連化合物の測定に供したケンサキイカの外套背長、体重、肝重量

Table 1. Mantle length, body weight, liver weight of swordtip squid utilize to activity of enzyme or ATP and its related compounds.

Number of sample	Date of sampling	Grade	Mantle length cm	Body weight g	Liver weight g	Ratio of liver to body weight %	Place of catching
1-1	1994/Jul. 4	Bara	8.3 \pm 1.1	30 \pm 7	—	—	496,517,538
-2	Jul. 4	4dan	21.2 \pm 0.7	268 \pm 18	4.5 \pm 0.9	1.7 \pm 0.4	496,517,538
2-1	Jul.11	Bara	8.4 \pm 1.1	27 \pm 3	—	—	496,517,538
-2	Jul.11	4dan	21.8 \pm 0.7	268 \pm 34	3.7 \pm 0.4	1.4 \pm 0.2	496,517,538
3-1	Jul.18	Bara	8.7 \pm 0.9	32 \pm 7	—	—	496,517,538
-2	Jul.18	4dan	21.7 \pm 0.7	273 \pm 25	3.9 \pm 0.6	1.4 \pm 0.2	496,517,538
4-1	Jul.25	Bara	9.0 \pm 0.6	34 \pm 6	—	—	496,517,538
-2	Jul.25	8dan	12.7 \pm 0.7	77 \pm 10	1.3 \pm 0.3	1.7 \pm 0.3	496,517,538
5	Aug. 1	8dan	13.5 \pm 1.1	95 \pm 18	1.2 \pm 0.4	1.3 \pm 0.3	496,517,538
6	Aug. 8	8dan	12.4 \pm 0.8	70 \pm 10	1.3 \pm 0.5	1.9 \pm 0.8	496,517,538
7	Aug.22	8dan	13.1 \pm 0.6	86 \pm 8	1.2 \pm 0.4	1.4 \pm 0.4	496,517,538
8	Aug.29	8dan	12.6 \pm 1.0	91 \pm 11	1.5 \pm 0.4	1.7 \pm 0.4	496,517,538
9	Sep. 6	8dan	13.2 \pm 0.9	96 \pm 10	2.3 \pm 0.8	2.4 \pm 0.7	496,517,538
10	Sep.12	8dan	12.5 \pm 0.3	90 \pm 7	1.6 \pm 0.3	1.8 \pm 0.3	496,517,538
11	Sep.19	8dan	14.2 \pm 0.9	115 \pm 17	1.3 \pm 0.3	1.1 \pm 0.2	496,517,538
12	Sep.26	8dan	13.5 \pm 0.7	111 \pm 10	1.4 \pm 0.4	1.3 \pm 0.3	496,517,538
13	Oct. 3	8dan	13.0 \pm 0.6	101 \pm 10	1.9 \pm 0.3	1.9 \pm 0.3	496,517,538
14	Oct.11	8dan	12.5 \pm 0.5	94 \pm 12	1.7 \pm 0.5	1.7 \pm 0.4	496,517,538
15	Oct.24	8dan	13.3 \pm 0.9	100 \pm 14	1.5 \pm 0.4	1.5 \pm 0.4	496,517,538
16	Nov. 7	8dan	13.5 \pm 0.6	113 \pm 12	1.7 \pm 0.3	1.5 \pm 0.3	496,517,538
17	Nov.21	8dan	14.5 \pm 0.6	129 \pm 12	2.1 \pm 0.3	1.6 \pm 0.2	496,517,538
18	Dec. 5	8dan	12.7 \pm 1.0	95 \pm 16	1.3 \pm 0.4	1.3 \pm 0.3	496,517,538
19	1995/May.30	9dan	11.4 \pm 0.6	53 \pm 7	0.7 \pm 0.2	1.3 \pm 0.3	473,506
20	Jun.19	8dan	12.7 \pm 0.4	77 \pm 9	1.1 \pm 0.2	1.5 \pm 0.3	473,506
21	Jul. 3	8dan	13.4 \pm 0.6	86 \pm 10	1.4 \pm 0.5	1.6 \pm 0.4	507,527
22	Jul.10	8dan	13.3 \pm 0.8	85 \pm 18	1.8 \pm 0.5	2.1 \pm 0.3	474,483
23	Jul.17	8dan	13.2 \pm 0.6	80 \pm 9	1.6 \pm 0.4	2.0 \pm 0.4	496
24	Jul.31	8dan	13.2 \pm 0.7	86 \pm 13	1.5 \pm 0.3	1.7 \pm 0.4	525
25	Aug. 8	8dan	12.8 \pm 0.8	80 \pm 12	1.6 \pm 0.5	2.0 \pm 0.6	545,546
26	Aug.21	8dan	12.7 \pm 0.6	76 \pm 9	1.5 \pm 0.4	1.9 \pm 0.3	495,505
27	Sep.11	8dan	13.7 \pm 0.8	93 \pm 15	1.4 \pm 0.3	1.5 \pm 0.2	496
28	Sep.29	8dan	12.6 \pm 0.7	91 \pm 13	1.3 \pm 0.4	1.4 \pm 0.4	495,496
29	Oct. 9	8dan	14.0 \pm 1.2	109 \pm 15	1.4 \pm 0.5	1.3 \pm 0.4	505
30	Oct.23	8dan	13.3 \pm 0.8	92 \pm 17	1.7 \pm 0.4	1.8 \pm 0.2	495
Average of 8dan in 1994			13.2 \pm 1.0	98 \pm 20	1.5 \pm 0.5	1.6 \pm 0.6	
Average of 8dan in 1995			13.1 \pm 0.8	84 \pm 14	1.5 \pm 0.4	1.8 \pm 0.5	

自己消化酵素活性 外套膜および肝臓からそれぞれ約1.5および1gを精確に秤取し、5倍量の冷蒸留水を加えてKinematica社製ポリトロンホモジナイザーで処理した懸濁液0.5mlを、0.1Mクエン酸・リン酸緩衝液0.5mlおよび同緩衝液0.5mlと10%トリクロロ酢酸2.0mlを分注した2種の試験管にそれぞれ加えて混合し、前者は30℃の温湯中に60分間保持後、直ちに10%トリクロロ酢酸2.0mlを加えて反応を停止し、後者はそのまま30分間放置したのちそれぞれ濾過した。

得られた濾液はLowryらの方法¹⁶⁾で発色し、日本分光工業製Ubest-35型分光光度計を用いて750nmの吸光度を測定し、両者の差を自己消化酵素活性値とした。¹⁷⁾

一般成分 水分は105℃乾燥恒量法、粗灰分は水分測定後炭化させたのち、600℃で灰化恒量にして求めた。粗タン白質はケルダール法で求めた全窒素量に6.25を乗じて算出し、粗脂肪はBligh & Dyer法¹⁸⁾で測定した。

表2. ケンサキイカの外套背長、体重、一般成分および揮発性塩基態窒素量

Table 2. Mantle length, body weight, chemical component, and volatile basic nitrogen of swordtip squid.

Date of sampling	Grade	Mantle length cm	Body Weight g	Moisture %	Crude lipid %	Crude protein %	Crude ash %	VBN mg/100g
1994/								
Jul. 4,11,18,25	Bara	8.7±0.6	31±4	78.9±0.8	1.1±0.2	18.1±0.5	1.7±0.1	14.9±1.5
Jul. 4,11,18	4dan	21.7±1.0	284±31	78.4±0.7	1.0±0.1	18.7±0.6	1.7±0.1	10.9±0.6
Jul. 25	8dan	13.0±0.4	77±4	78.4±0.6	0.9±0.1	18.3±0.6	1.9±0.	10.8±0.6
Aug. 1, 8,22,29	8dan	13.0±0.4	87±9	78.3±0.7	1.0±0.1	18.0±0.4	1.9±0.	11.8±0.9
Sep. 6,12,19,26	8dan	13.3±0.9	102±14	78.3±0.7	1.0±0.1	18.3±0.5	1.8±0.1	12.4±1.8
Oct. 3,11,24	8dan	12.8±0.6	94±10	78.2±0.5	0.9±0.1	18.6±0.6	1.9±0.1	11.9±1.1
Nov. 7,21	8dan	13.1±0.6	102±11	78.8±0.4	1.0±0.1	18.2±0.3	1.8±0.1	13.0±0.9
Dec. 5	8dan	12.6±0.4	96±6	78.7±0.2	1.0±0.1	18.2±0.2	1.9±0.	12.1±0.5
Average of 1994		—	—	78.4±0.6	1.0±0.1	18.3±0.6	1.8±0.1	12.0±0.7
1995/								
May. 30	9dan	11.2±0.3	53±2	78.6±0.2	1.0±0.	18.0±0.2	1.8±0.	—
Jun. 19	8dan	12.4±0.	72±2	78.4±0.4	1.1±0.	18.3±0.3	1.8±0.1	—
Jul. 3,10,17,31	8dan	12.9±0.5	77±6	78.5±0.5	1.1±0.1	18.0±0.4	1.7±0.1	—
Aug. 8,21	8dan	12.4±0.2	74±3	78.3±0.4	1.1±0.	18.5±0.3	1.7±0.	—
Sep. 11,29	8dan	13.0±0.5	88±8	78.6±0.7	1.0±0.1	18.3±0.5	1.8±0.1	—
Oct. 9,23	8dan	13.1±0.8	94±9	78.9±0.8	1.0±0.1	17.9±0.6	1.8±0.1	—
Average of 1995		—	—	78.6±0.6	1.1±0.1	18.2±0.5	1.8±0.1	—
Total average		—	—	78.4±0.6	1.0±0.1	18.3±0.5	1.8±0.1	—

結果および考察

試料 以西底曳網漁業で漁獲されたケンサキイカは、冷却海水で予冷後、外套背長の大きさ別に選別して箱詰めし、-2~-3℃の魚倉に保蔵して漁獲後3~5日を経過して水揚げされる。また、ケンサキイカの銘柄は、箱に並べたイカの数で1~9段およびバラと称される約10銘柄に分類され、9段以上は発泡スチロール箱に丁寧に並べて11kg前後、バラは木箱に雑然と17kg前後が詰められている。本イカは周期的に漁獲されるが、5月から10月の主漁期¹⁹⁾の漁獲組成を聴取調査したところ、8段以下の小型イカが40~50%を占

めた。このため主な供試対象を8段に選定したが、計画通りほぼ類似した大きさのイカを6月から12月にかけて採取できた。図1のように供試料の漁獲海域は広範囲にわたったが、外套背長や体重、肝臓重などは表1のように近似しており、入手時の品温は0℃以下の微凍結状態を呈し、漁獲時期が異なっても外観的な鮮度に大きな差異は感じられなかった。これは本イカの主な産卵期が春から秋にかけて長期間にわたり、しかも広い海域で行われる^{20, 21)}ためであり、加えて同一会社に所属する漁船の漁獲物を供試料としたことによると考えられる。

VBN イカ類は遊離アミノ酸やトリメチルアンモニ

ウム化合物を豊富に含むため、貯蔵中のVBNの生成が速やかで多いことが知られている。^{1,2)} 供試ケンサキイカは3~5日経過したものであったが、VBNの総平均は約12mg/100gで、遠藤らが漁獲翌日の新鮮なケンサキイカで検出した約14mg/100g⁹⁾とほぼ同等であった。この結果と前述した入手時の供試料の状態から推察して、本イカを漁獲後魚市場へ水揚げするまでの間では、細菌による鮮度低下がほぼ抑制されていたと推測される。

ATP関連化合物 スルメイカのATPの分解は、ADP、AMPから主に AdRを経てHxR、Hxに至る経路を辿り、^{3,4)}最終産物であるHxの蓄積が非常に速やかに行われる。^{5,6)}ケンサキイカのATP関連化合物の分解もスルメイカと同様に顕著であるとされているが、分解生成物中のIMPやAdRの存在についての報告は一定していない。^{10,11)} 図2はATP関連化合物の組成比を供試料の採取日別の平均で示したものであるが、AMP、HxRおよびHxがそれぞれ34~46、8~14および24~47%と多く、この3成分が全体の80%強を占めた。また、IMPおよびAdRが1~2%と微量であるが常に存在したことは、ケンサキイカのAMPが2経路を経てHxRに分解することを示唆するものであろう。

K値は同じ箱から採取した試料間でも差が認められ、5月から10月の各試料の値は24~73%の広範囲に分布し、その平均は約49%と高い値を示した。しかし、岩本、内山¹⁰⁾が行ったケンサキイカの氷蔵試験では、氷蔵1および5日目のK値がそれぞれ約42および58%を示し、筆者らが定置網で漁獲したケンサキイカを即殺して0℃に貯蔵した試験でも貯蔵1日目で31%の高い値を得た。これらの試験結果に比較して、供試料の鮮度はそれほど劣るものではない。また、同時に漁獲された4段とバラでは、外観的鮮度は前者が数等優れていたが、K値はそれぞれ52および53%とほぼ同値であった。従って、生鮮魚の生食の目安

とされているK値20%²⁰⁾をケンサキイカに適用するのは適切でないといえよう。

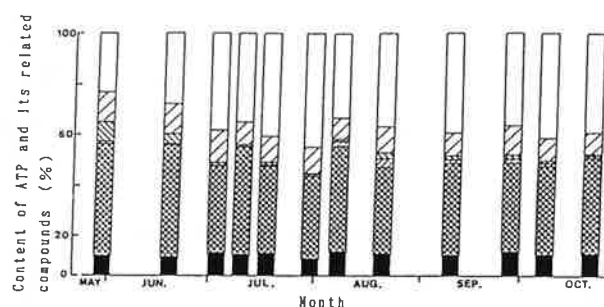


図2 ケンサキイカのATP関連化合物組成比の時期的変化
Fig.2. Seasonal changes in contents of ATP and its related compounds of swordtip squid.
■:ATP+ADP, ⊞:AMP, ▨:IMP, ▩:AdR, ▤:HxR, □:Hx

自己消化酵素活性 図3に示したように外套膜および肝臓の自己消化酵素活性は、7、8月に高い比較的類似した時期的変化を示した。本試験に用いた試料は、採取場所や時期が異なるものの表1に示したように8段の各試料の大きさや肝臓重比はほぼ一定であり、生育段階も類似したものと推測されることから、酵素活性の時期的な変化は生理的な要因とは考え難く、鮮度などの影響が考えられる。また、外套膜に比べて肝臓の酵素活性が6~35倍も高いことを認めたが、これはスルメイカのカテプシンBおよびL様酵素の基

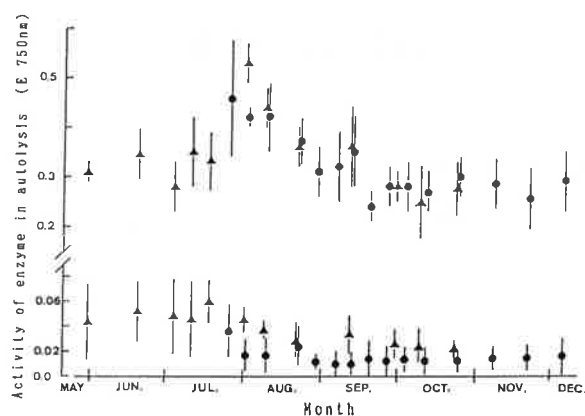


図3 ケンサキイカの自己消化酵素活性の時期的変化
Fig.3. Seasonal changes in activity of enzyme in autolysis of swordtip squid.
Upper part: Liver, Lower part: Mantle
●: 1994, ▲: 1995

質分解活性が、筋肉に比べて肝臓で高い値を認めた
牧之段らの報告⁷⁾とも一致するものである。

一般成分 表2は銘柄別、採取時期別に外套背長、体重並びに第3層まで剥皮した外套膜の水分、粗脂肪、粗タン白質および粗灰分を示したものであるが、各成分の平均はそれぞれ78.4、1.0、18.2および1.8%で、採取年や月による違いはほとんどなく、大きさによる差異も認められない。このように供試料の採取場所や稚仔（バラ）、成体（4段）と成長段階が異なるものでも成分に相違が認められなかったことから推測して、ケンサキイカの剥皮外套膜の一般成分組成は棲息環境や生育に影響されずほぼ一定したものであると考える。

文 献

- 1) 高木光造, 飯田 優, 岡 重美: スルメイカ, ミズダコ筋肉の腐敗に伴う揮発性アミン類の消長, 日水誌, 37, 1079-1083(1971).
- 2) 高木光造, 村山花子, 遠藤繁子: 魚介類のトリメチルアミンならびにトリメチルアミノキサイド含量について, 北大水産彙報, 18, 261-267(1967).
- 3) 新井健一: 海産無脊椎動物筋肉中のヌクレオチド, 日水誌, 32, 174-180(1966).
- 4) 斎藤恒行, 新井健一, 田中ツネ: 水産動物筋肉中の有機リン化合物に関する研究-VI. イカ筋肉中の核酸系化合物の変化に及ぼす貯蔵温度の影響, 北大水産彙報, 9, 121-126 (1958).
- 5) 中村邦典, 石川宣次, 木本清暉, 水野 雄: 貯蔵中のスルメイカの鮮度変化, 東海水研報, 118, 45-50(1985).
- 6) 遠藤金次, 藤田眞夫, 清水 亘: 水産動物肉に関する研究-XXXVIII.貯蔵中におけるイカ肉含窒素エキス成分の変化について, 日水誌, 29, 366-370(1963).
- 7) 牧之段保夫, 中川孝之, 藤田眞夫: イカ塩辛熟成中の組織の軟化に及ぼすカテプシンの影響, 日水誌, 59, 1625-1629(1993).
- 8) 高橋 喬: 柔魚内臓の生化学的研究-III. 蛋白質分解酵素について(その1), 日水誌, 26, 500-503 (1960).
- 9) 遠藤金次, 藤田眞夫, 清水 亘: 水産動物肉に関する研究-XXII.イカ類のエキス窒素およびグリシン含量について, 日水誌, 20, 723-725(1954).
- 10) 岩本宗昭, 内山 均: 保冷材使用による漁獲物の鮮度保持について, 東海水研報, 60, 185-190(1969).
- 11) 岩本宗昭, 山根玲子: ケンサキイカの貯蔵条件と体色変化について, 「平成4年度水産利用加工研究推進全国会議資料」, 中央水産研究所, 横浜, 1992, pp.52-55.
- 12) 遠藤金次, 藤田眞夫, 清水 亘: 水産動物肉に関する研究-XXX.イカ肉中の遊離アミノ酸, トリメチルアミノキサイドおよびベタインについて, 日水誌, 28, 833-836(1962).
- 13) 厚生省生活衛生局編: 食品衛生検査指針 理化学編, 日本食品衛生協会, 東京, 1991, pp.269-271.
- 14) 福田 裕, 永峰文洋: 高速液体クロマトグラフィーによる魚介類の鮮度指標「K値」の測定, Asahipak Technical Bulletin, 3, 1-5(1986).
- 15) 山中英明, 松本美鈴: GS-320による魚介類筋肉中のATPおよび関連化合物の定量, Asahipak Technical Bulletin, 9, 1-6(1992).
- 16) 菅原 潔, 副島正美: 蛋白質の定量法, 東京大学出版, 第2版, 東京, 1977, pp.95-132.
- 17) M.Yamasita: Studies on Cathepsins in the Muscles of Chum Salmon, Reprint Bull. of National Research Institute of Fisheries Science, 5, 9-28(1993).
- 18) E.G.Bligh and W.J.Dyer: Can.J.Biochem.Physiol., 37, 911-917(1959).
- 19) 長崎県新長崎漁港水産事務所: 平成7年度長崎魚市場統計年報, 38-39 (1995).
- 20) 田代征秋, 徳永武雄, 町田末広, 高田純司: 東シナ海域に分布するケンサキイカについて, 長崎水試研報, 7, 21-30(1981).
- 21) 夏莉 豊: ケンサキイカの生態と系統, 日水誌, 60, 277-278(1994).
- 22) 内山 均, 江平重男, 小林 宏, 清水 亘: 揮発性塩基, トリメチルアミン, ATP関連化合物の魚類鮮度判定法としての測定意義, 日水誌, 36, 177-187 (1970).

