



Title	ベーリング海底魚群集における食物関係： . 群集構成種の体長組成
Author(s)	水戸, 啓一
Citation	北海道大學水産學部研究彙報, 30(2), 144-162
Issue Date	1979-05
Doc URL	http://hdl.handle.net/2115/23683
Type	bulletin (article)
File Information	30(2)_P144-162.pdf



[Instructions for use](#)

ベーリング海底魚群集における食物関係

II. 群集構成種の体長組成*

水戸啓一**

Food Relationships in the Demersal Fish Community
in the Bering Sea

II. Length compositions of fish species*

Kei-ichi MIRO**

Abstract

Length compositions of fish species influence the food relationships among fish in the community. In this study length compositions of the demersal fish in the Bering Sea were analysed in terms of food relationships.

Walleye pollock were mainly two and three years old from 200 to 350 mm long in this community, flathead sole, Pacific ocean perch and rock sole were mainly from 200 to 350 mm in length, yellowfin sole and Greenland halibut from 200 to 400 mm, arrowtooth flounder from 250 to 400 mm, and Pacific cod and Pacific halibut from 300 to 600 mm. Individuals of over 20-23 cm flatfishes, sculpins and rockfishes and over 27 cm of walleye pollock and Pacific herring were mainly caught by gear selection. Range of length of the demersal fishes in this community were from 9-11 cm of walleye pollock, flathead sole and arrowtooth flounder to the largest individual of all species. Length of walleye pollock, flathead sole, Pacific cod, rock sole and arrowtooth flounder were larger in the deep area than in the shallow area. Length of flathead sole and bigmouth sculpin were the largest in the southeastern area, following the central and the northwestern areas. Pacific cod and rock sole in length order were the southeastern, the northwestern and the central areas. Mean length of 27 demersal fishes were larger in the deep area than in the shallow area and the largest in summer, following spring and winter. The fish species groups by similarity of length variation patterns were the following; ①: *Malacocottus zonurus* and spinyhead sculpin, ②: walleye pollock, flathead sole, Pacific ocean perch, Pacific cod, rock sole, Greenland halibut, etc. and ③: arrowtooth flounder and Pacific halibut.

Walleye pollock became larger with the decrease of its population number, but the predator will not decrease. Fish species of this community became large with the increase of water depth and the progress of the prey-predator relationships. This phenomenon is advantageous for the predator, and suggests the effect of the predation is important for walleye pollock population dynamics.

* 北海道大学水産学部北洋水産研究施設業績 第104号
(Contribution No. 104, from the Research Institute of North Pacific Fisheries, Faculty of Fisheries, Hokkaido University)

** 北海道大学水産学部北洋水産研究施設
(Research Institute of North Pacific Fisheries, Faculty of Fisheries, Hokkaido University)

前報では、ベーリング海底魚群集の種組成を時空間の断面において明らかにした¹⁾。魚類は生長にともない生息場所、摂食する餌生物などの生活様式を大きく変化させ、体長の差は食物関係に変化をもたらす。また、捕食者-被食者関係は両者の体長によって規定されている。したがって、群集構成種の体長組成を明らかにすることは、食物関係の解析にとっての前提条件となる。本報では、体長組成を季節、海域別に明らかにし、季節、海域による体長の変化パターンを魚種間で比較して、体長による魚種の類型化を試みた。そして、個体数と体長との関係を解析し、種組成の変化にともなう体長の変化パターンを解明した。

本論を進めるにあたり、終始御指導いただいた北海道大学水産学部名誉教授辻田時美博士、同学部教授三島清吉博士に深く感謝します。標本採集に便宜をはかってくださった北洋水産株式会社、株式会社極洋、日本水産株式会社ならびに第三鴻洋丸船長南利正氏、おおとり丸船長伊藤長吾氏、礫名丸船長鈴木昭治氏はじめ各船の乗組員のみなさまに厚く御礼申し上げます。

材料と方法

前報の各採集点で、漁獲物より無作為に抽出した20~30個体(第三鴻洋丸)あるいは50~100個体(おおとり丸、礫名丸)の体長(体の前端より尾鰭の中央線後端までの長さ)を測定した。個体数の少ない魚種は全個体を扱った。そして、10mm間隔(オヒョウは20mm間隔)に集計して、体長組成とした。また、各魚種の胃内容物として出現したスケトウダラ0才魚と1才魚およびソコメダマウオとコオリカジカの小型個体の体長も測定し、5mm間隔に集計した。測定個体数は51種45,669個体であった(表1)。

体長組成をA~U群の亜群集ごとにまとめた。魚種の亜群集間の体長の大小を比較するために、5個体以上測定した亜群集での平均体長 l_{ij} (魚種*i*, 亜群集*j*)を計算した。6亜群集以上で計算された魚種について、平均体長の亜群集間の変動係数を求めた。魚種間の比較のために相対的体長 $m_{ij} = (l_{ij} - \bar{l}_i) \times 100 / \bar{l}_i$ を計算し、これを魚種の亜群集に対する体長の変化パターンとした。さらに、各魚種の相対的体長の平均 $\bar{m}_j = \sum m_{ij} / S_j$ を計算し、本群集の構成種の体長の変化傾向を示した。 S_j は種数である。

魚種間の体長変化パターンの類似度を順位相関係数によって計算した。順位相関係数はSpearmanを用い、有意な正の相関を基準にして、Fagerのrecurrent group分析法により魚種の類型化をおこなった。相関係数による類型化は、亜群集と同様に群分析法と因子分析法によった¹⁾。

結果と考察

群集構成種の亜群集における体長組成

体長組成図における亜群集の配置と季節、海域、水深の関係を示した(図1)。

01. スケトウダラ, *Theragra chalcogramma*: 漁獲物の体長組成では(図2), 各亜群集で2~3個のモードがみられ、年令²⁾³⁾と一致する。すなわち、冬期と春期の200~240mmは2才魚, 300mmは3才魚であり、夏期と秋期の270~290mmは2才魚, 340~350mmは3才魚であり、春期から夏期にかけて生長がみられた。このように本群集のスケトウダラは200~350mmの2才魚と3才魚が大部分を占めており、ただ夏期北西海域のQ群では430mmにモードがみられ、これは4~5才魚と推定される。季節的には冬季と春期に小形魚が多く、海域的には南東部ほど大形魚が多い傾向がみられた。また、秋期南東海域のS群において、モード220mmの1才魚が出現しており、漁獲対象群への添加群であると考えられる。胃中の標本の体長組成をみると(図3), 本群集での最小個体として、夏期にモード35~55mmの0才魚が出現し、秋期には90~120mm, 冬期には100~120mm, 春期には110~140mmに生長した。夏期の北西海域ではモード120mmの1才魚がみられた。海域別に

Table 1. Number of individuals of measured body length use and range of length of each fish species. The code number of fish species is given according to the rank of the number of individuals per one nautical mile tow. The number in parentheses indicates fishes occurring in stomachs of predatory fishes.

Fish species code number	Species	Number of individuals measured length	Range of length
01	<i>Theragra chalcogramma</i>	15,553 (472)	11 - 71cm (2.5 - 15.5)
02	<i>Hippoglossoides classodon</i>	4,857	11 - 50
03	<i>Sebastes alutus</i>	1,114	15 - 45
04	<i>Gadus macrocephalus</i>	5,534	23 - 101
05	<i>Limanda aspera</i>	831	18 - 42
06	<i>Lepidopsetta bilineata</i>	3,947	17 - 48
07	<i>Reinhardtius hippoglossoides</i>	2,629	18 - 93
08	<i>Atheresthes stomias</i>	2,869	9 - 75
09	<i>Hemilepidotus jordani</i>	1,520	17 - 49
10	<i>Sebastes polyspinis</i>	392	16 - 45
11	<i>Myoxocephalus jaok</i>	423	25 - 60
12	<i>Clupea pallasii</i>	367	18 - 33
13	<i>Hemitripteris bolini</i>	518	19 - 65
14	<i>Sebastes melanostomus</i>	101	18 - 49
15	<i>Bathyraja parmisera</i>	538	22 - 110
16	<i>Pleuronectes pallasii</i>	135	26 - 49
17	<i>Hippoglossus stenolepis</i>	440	30 - 204
18	<i>Anoplopoma fimbria</i>	413	37 - 70
19	<i>Malacocottus zonurus</i>	316	10 - 32
20	<i>Bathymaster signatus</i>	248 (23)	19 - 40 (4.5 - 9.5)
21	<i>Podothecus acipenserinus</i>	97	21 - 31
22	<i>Careproctus rastrinus</i>	329	11 - 44
23	<i>Lycodes palearis</i>	204	28 - 53
24	<i>Pleurogrammus monopterygius</i>	159	21 - 50
25	<i>Dasycottus setiger</i>	215	13 - 39
26	<i>Myoxocephalus polyacanthocephalus</i>	205	25 - 75
27	<i>Melletes papilio</i>	154	21 - 40
28	<i>Zaprora silenus</i>	65	25 - 83
29	<i>Bathyraja interrupta</i>	180	18 - 93
30	<i>Lycodes brevipes</i>	90	11 - 34
31	<i>Glyptocephalus zachirus</i>	162	20 - 54
32	<i>Sarritor frenatus frenatus</i>	104	20 - 29
33	<i>Sebastes ciliatus</i>	46	27 - 49
34	<i>Liparis cyclostigma</i>	101	24 - 65
35	<i>Icelus spiniger</i>	69 (70)	11 - 24 (2.0 - 13.5)
36	<i>Triglops scepticus</i>	68	9 - 23
37	<i>Careproctus melanurus</i>	28	36 - 61
38	<i>Myoxocephalus verrucosus</i>	24	28 - 51
39	<i>Sarritor frenatus occidentalis</i>	21	
40	<i>Platichthys stellatus</i>	4	
41	<i>Sebastes aleutianus</i>	11	
42	<i>Aptocyclus ventricosus</i>	—	
43	<i>Thaleichthys pacificus</i>	3	
44	<i>Sebastes mystinus</i>	2	

Table 1. Continued.

Fish species code number	Species	Number of individuals measured length	Range of length
45	<i>Hexagrammos decagrammus</i>	2	
46	<i>Microstomus pacificus</i>	2	
47	<i>Oncorhynchus tshawytscha</i>	3	
48	<i>Hemilepidotus hemilepidotus</i>	1	
49	<i>Gymnocanthus galeatus</i>	2	
50	<i>Hexagrammos lagocephalus</i>	1	
51	<i>Sebastes proriger</i>	4	
52	<i>Lycodes turneri</i>	3	
	Total	45,669	

Season	Depth	Area		
		Southeast	Center	Northwest
Winter	Shallow	A	D	E
	Deep	B	C	F
Spring	Shallow	H	J	K
	Deep	G	I	L
Summer	Shallow	M	O	
	Deep	N	P	Q
Autumn	Shallow	R		
	Shallow	S		
	Deep	T		
	Deep	U		

Fig. 1. Arrangement of sub-communities by season, area and depth of water in the diagram of the length-frequency distributions of fish species.

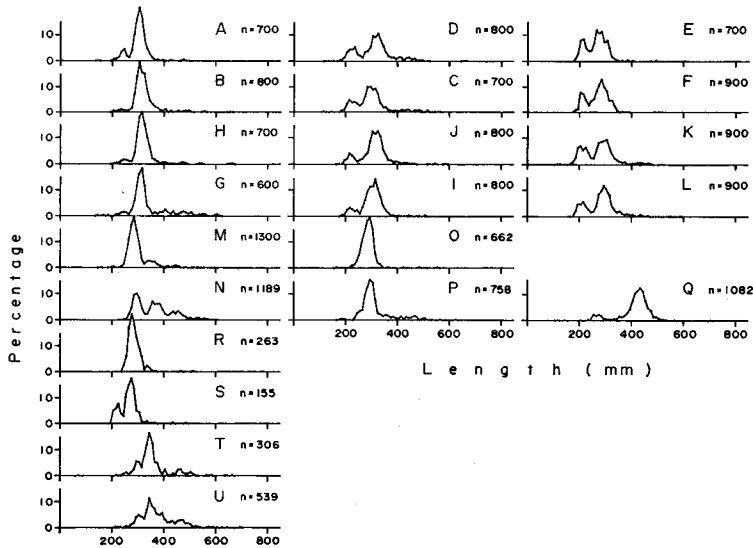


Fig. 2. Length-frequency distributions of walleye pollock caught by trawls in each sub-community.

みると北西部ほどモードが小さく、漁獲物と同様の傾向を示した。

02. ウマガレイ, *Hippoglossoides elassodon* (図4): 海域により体長に差がみられ、主群は南東海域で300~350mm, 中央海域で250~300mm, 北西海域で200~250mmで、北部ほど小形であ

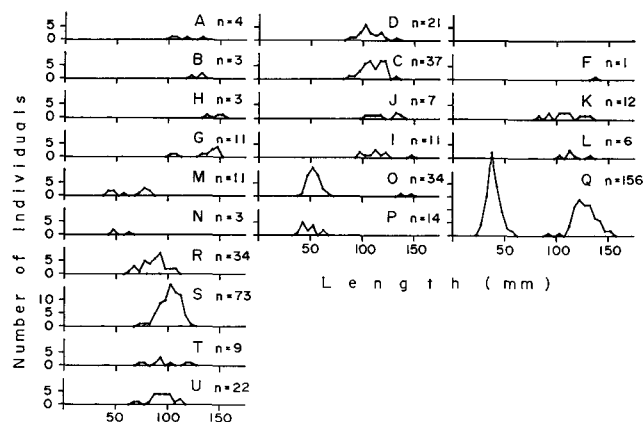


Fig. 3. Length-frequency distributions of walleye pollock occurred in stomachs of predatory fishes in each sub-community.

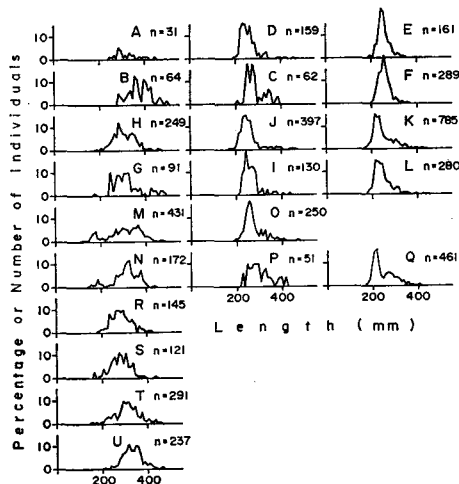


Fig. 4. Length-frequency distributions of flathead sole in each sub-community. The axis of ordinate is shown in percentage in the sub-community measured over 51 individuals or number in under 50 individuals.

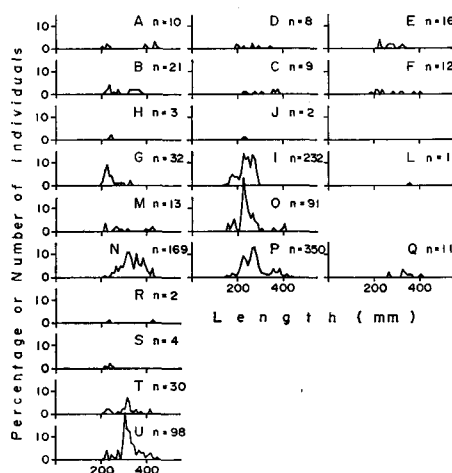


Fig. 5. Length-frequency distributions of Pacific ocean perch in each sub-community.

る。Mineva⁴⁾によると、200~250 mm は 3~5 才魚、250~300 mm は 5~7 才魚、300~350 mm は 6~8 才魚である。

03. アラスカメヌケ, *Sebastes alutus* (図5): 南東海域では 300~350 mm の大形個体が多く、中央海域では 200~300 mm が主群をなした。Moiseev and Paraketsov⁵⁾, Gritsenko⁶⁾ および千国⁷⁾によると、200~300 mm は 4~9 才魚、300~350 mm は 8~13 才魚である。

04. マダラ, *Gadus macrocephalus* (図6): 冬期には 300~500 mm, 他の季節では 400~600 mm

水戸：ベーリング海の底魚類の体長組成

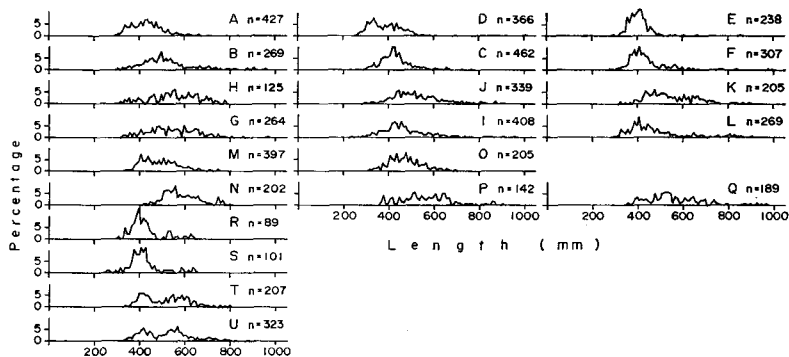


Fig. 6. Length-frequency distributions of Pacific cod in each sub-community.

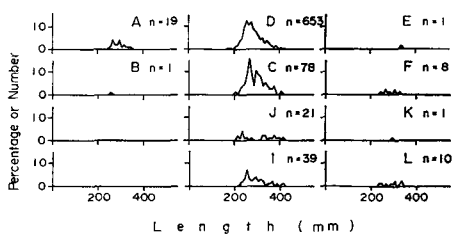


Fig. 7. Length-frequency distributions of yellowfin sole in each sub-community.

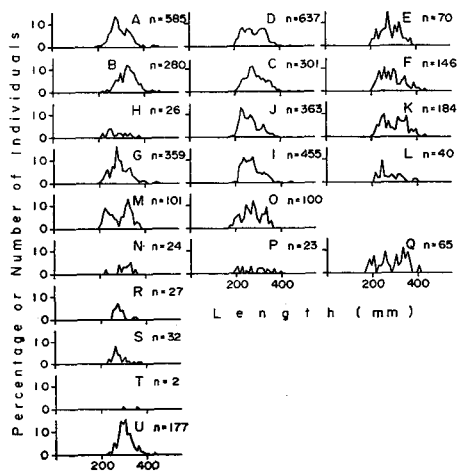


Fig. 8. Length-frequency distributions of rock sole in each sub-community.

の個体が主群をなした。ゲネロソフ (Moiseev⁹⁾ から引用) によると、300~500mm は 2~4 才魚、400~600mm は 3~5 才魚である。

05. コガネガレイ, *Limanda aspera* (図7): 夏期と秋期にはまったく採集されなかった。200~400mm の範囲で、モードは 255mm にみられた。255mm は Fadeev⁹⁾ によると 7 才魚、畑中¹⁰⁾ と前田¹¹⁾ によると 8~9 才魚である。

06. シュムシュガレイ, *Lepidopsetta bilineata* (図8): 主に 200~350mm の範囲で、多くの亜群集では 270mm にモードがみられた。春期は他の季節より小形魚が多く、海域別には南東海域で大形の傾向がみられた。Shubnikov and Lisovenko¹²⁾ によると、270mm は 7~8 才魚である。

07. カラスガレイ, *Reinhardtius hippoglossoides* (図9): 秋期には 600~900mm, 他の季節には 200~400mm の範囲の個体が主群をなし、秋期は非常に大形であった。夏期南東海域M群ではモード 200mm の小形群の出現が顕著であった。三河¹³⁾ によると、200~400mm は 2~6 才魚、600~900mm は 11~19 才魚である。

08. アラスカアブラガレイ, *Atheresthes stomias* (図10): 南東海域では、冬期と春期にモード 270mm, 夏期にモード 400mm, 秋期に 300~400mm の個体が主群をなしており、冬期と春期には

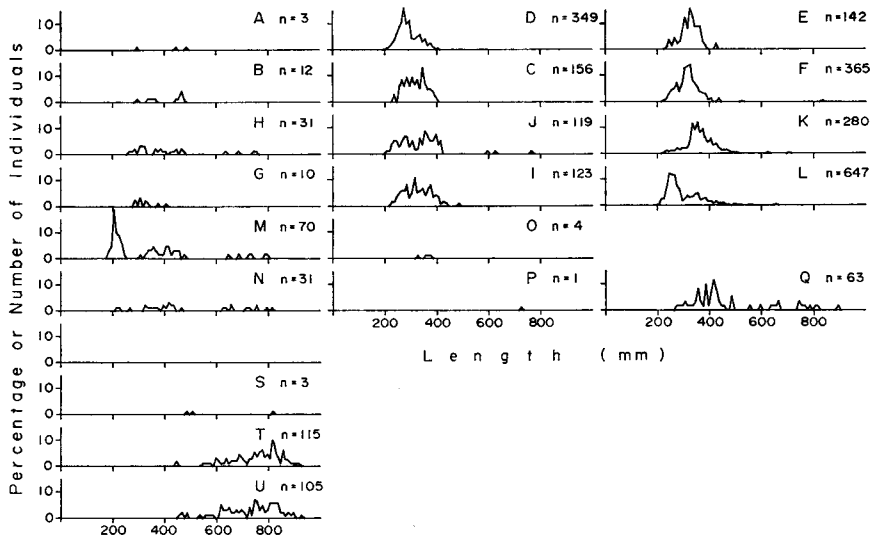


Fig. 9. Length-frequency distributions of Greenland halibut in each sub-community.

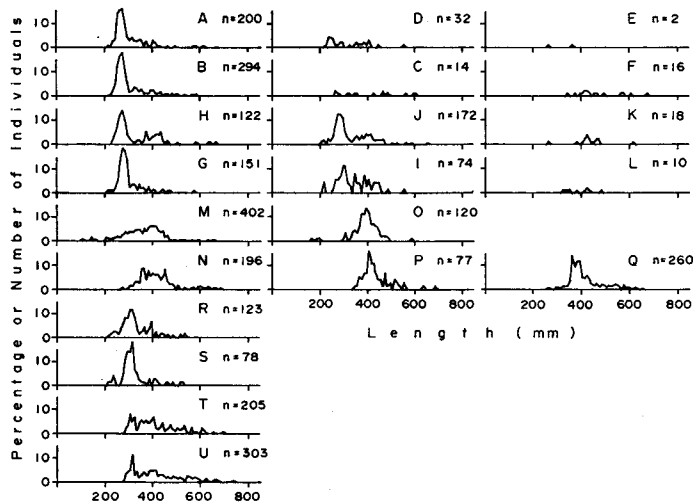


Fig. 10. Length-frequency distributions of arrowtooth flounder in each sub-community.

小形個体が多かった。海域別には、南東海域で小形であった。

09. ナメヨコソジカヅカ, *Hemilepidotus jordani*: 冬期, 春期および秋期の亜群集では 200~400mm の個体がほとんどを占めたが, 夏期の中央海域と北西海域では 400mm 以上の個体もかなり出現した。冬期と春期の海域別のモードは, 南東海域で 330~350mm であり, 中央海域と北西海域の 280~330mm より大形であった。

10. キタノメヌケ, *Sebastes polyspinis*: ほとんどの個体は 200~400mm に含まれ, 春期と夏期の南東海域ではモード 235mm の個体が主群をなし, 夏期中央海域の 330~350mm に比べ小形個体

が卓越した。

11. オクカジカ, *Myoxocephalus jaok*: 冬期の体長範囲とモードは 250~550mm と 380mm であり, 春期の 350~550mm と 430mm より小形であった。

12. ニシン, *Clupea pallasii*: 各季節, 海域で, 体長範囲は 200~300mm, モードは 245mm にみられた。Dudnik and Usol'tsev¹⁴⁾ によると, 200~300mm は 4~10 才魚, 245mm は 5~6 才魚, Shaboneev¹⁵⁾ によると, 200~300mm は 3~9 才魚である。

13. ケムシカジカモドキ, *Hemiripiterus bolini*: 南東海域では, 各季節とも多くの個体は 300~500mm の範囲に属し, モードは 360~380mm にみられた。冬期と春期の中央海域と北西海域では, 200~400mm の個体が多く, モードは 255mm と 310~340mm にみられ, 他の亜群集より小形個体が卓越した。

14. ノドクロメヌケ, *Sebastes melanostomus*: 春期と夏期の中央海域では, 300~400mm の範囲にほとんどの個体が属し, モードは春期に 310mm, 夏期に 350mm にみられた。

15. ツノカスベ, *Bathyraja parmitifera*: 多くの亜群集で, 300~1,000mm の広い範囲に属したが, 各季節の北西海域では体長範囲 300~450mm, モード 330~350mm の小形個体が主群をなした。

16. ツノガレイ, *Pleuronectes pallasii*: ほとんどの個体は 250~450mm の範囲に属し, 冬期中央海域の D 群では 280mm にモードがみられた。Moiseev¹⁶⁾ による西カムチャッカ沿岸のものに対応させると, 250~450mm は 4~13 才魚, 280mm は 5~6 才魚になる。

17. オヒョウ, *Hippoglossus stenolepis* (図 11): 冬期には 300~500mm, 他の季節には 350~700mm の個体が主群をなし, 冬期に小形個体が卓越した。最大 2,040mm の個体もみられたが, 1,000mm 以上は少なかった。Novikov¹⁷⁾ の資料から, Walford の定差図によって高令魚までの体長を推定して対応させると, 300~500mm は 3~5 才魚, 350~700mm は 3~8 才魚, 2,040mm は 34~35 才魚, 1,000mm 以上は 12 才魚以上になる。

18. ギンダラ, *Anoplopoma fimbria*: 夏期には浅部で 380~460mm と 550~650mm の 2 群がみられたが, 深部では後者しか出現しなかった。秋期には 500~600mm の範囲, モード 510~540mm の個体が卓越した。Shubnikov¹⁸⁾ によると, 380~460mm は 3~4 才魚, 500~600mm は 5~6 才魚, 550~650mm は 5~7 才魚である。

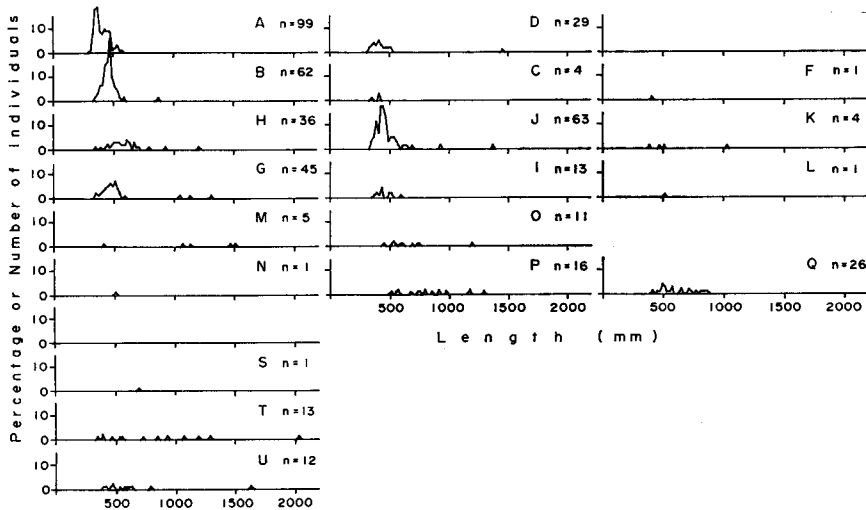


Fig. 11. Length-frequency distributions of Pacific halibut in each sub-community.

19. コブシカジカ, *Malacocottus zonurus*: ほとんどの亜群集では, 200~300mm の個体が大部分を占めたが, 南東海域の夏期と北西海域では, 200mm 以下の個体の割合がかなりの部分を占めた。
20. ソコメダマウオ, *Bathymaster signatus*: 多くの個体は 250~400mm の範囲に属し, モードは南東海域で 300mm, 中央海域で 280mm と 320mm にみられた。また, 胃中の標本では 50~60mm にモードがみられた。
21. キタノトクビレ, *Podothecus acipenserinus*: 冬期中央海域では 260~280mm にモードがみられた。
22. サケビクニン, *Careproctus rastrinus*: 1~2 個のモードがみられ, 夏期の南東海域では, 150~190mm と 310~330mm, 冬期と春期の北西海域では 200~250mm, 秋期には 180~230mm であった。
23. ハクセンガジ, *Lycodes palearis*: 大部分の個体は 400~500mm で, モードは 430~450mm であった。
24. キタノホッケ, *Pleurogrammus monoptyerygius*: 多くは 250~450mm の範囲であるが, 南東海域では 250~350mm, 中央海域では 300~450mm の個体が多く, 夏期南東海域浅部の M 群ではモード 265mm の小形個体が卓越した。中央海域深部の P 群では 420~500mm の大形個体が多かった。
25. ガンコ, *Dasycottus seiger*: 南東海域では 150~300mm, 中央海域では 200~350mm, 北西海域では 250~350mm に多くの個体が属し, 北部ほど大形であった。
26. トゲカジカ, *Myoxocephalus polyacanthocephalus*: 多くは 350~650mm の範囲であった。秋期南東海域では 350~500mm, 春期と夏期の北西海域では 400~650mm の個体が主群をなした。
27. クジャクカジカ, *Melletes papilio*: モードは中央海域で 260~280mm, 北西海域で 345mm であった。
28. ボウズギンボ, *Zaprora silenus*: 250~800mm に広く分布し, 一定のモードはみられなかった。
29. ベーリングカスベ, *Bathyraja interrupta*: 夏期の南東海域浅部の M 群では 250~500mm の個体が卓越し, 秋期の南東海域での 300~750mm より小形であった。
30. アシボソゲンゲ, *Lycodes brevipes*: 主に 200~300mm の範囲で, モードは 250~270mm であった。
31. ヒレナガナメタ, *Glyptocephalus zachirus*: 秋期には 200~300mm の範囲, モード 255mm, 他の季節では 250~400mm の範囲, モード 300~350mm であった。
32. ヤセテングトクビレ, *Sarritor frenatus frenatus*: ほとんどの亜群集では, 範囲は 200~300mm, モードは 230~250mm であった。
33. アオメバル, *Sebastes ciliatus*: 主に 300~500mm の範囲で, 中央海域では 400~460mm が多かった。
34. キタノクサウオ, *Liparis cyclostigma*: 250~650mm の広い範囲であるが, 季節によって限られ, 冬期は 250~430mm, 春期は 350~470mm, 秋期は 480~650mm であった。
35. コオリカジカ, *Icelus spiniger*: 漁獲物としては夏期と秋期に出現し, モードは 180~210mm にみられた。胃中の標本では, 秋期に 20~30mm と 60~90mm の 2 群がみられ, 年令に対応すると思われる。
36. ニラミカジカ, *Triglops scepticus*: 夏期には, 145mm と 170~200mm にモードがみられた。
37. *Careproctus melanurus*: ほとんどの個体は 400~600mm の範囲に属した。
38. イボギスカカジカ, *Myoxocephalus verrucosus*: 冬期は 300~400mm, 春期は 410~500mm であった。

各魚種の体長の変化パターン

各魚種の体長組成は多くの場合に単峰型の分布を示さないが、各亜群集での平均体長によって、亜群集間の体長の変動幅と変化パターンをみた。表2に主要な27種の平均体長の範囲と変動係数を示した。平均体長の平均値は、オヒョウ、ベーリングカスベ、ツノカスベ、ギンダラの順に大きく、逆にコブシカジカ、サケビクニン、ヤセテングトクビレの順に小さかった。本群集の構成種のなかで、スケトウダラ、ウマガレイ、アラスカメヌケ、コガネガレイおよびシュムシュガレイは小型種、カラスガレイとアラスカアブラガレイは中型種、マダラとオヒョウは大型種といえる。また、コガネガレイとシュムシュガレイの平均体長は亜群集間でかなり均一であり、逆にカラスガレイとオヒョウは非常に大きく変化した。スケトウダラ、ウマガレイ、アラスカメヌケ、マダラおよびアラスカアブラガレイは両者の中間であった。

亜群集での平均体長の変化パターンを魚種ごとに図示した(図12)。スケトウダラは冬期と春期の北西海域と秋期の南東海域浅部で小形であり、夏期の北西海域と秋期の南東海域深部で大形であった。また、27種の平均値の変化パターンでは、冬期と春期は夏期に比べ小形であり、海域的には、冬期と春期は北部ほど、夏期は逆に南部ほど小形であった。水深では春期を除くと深部ほど大形であり、春期に大形個体が浅部に出現した。

Table 2. Range of mean body length by sub-community, mean and standard deviation (SD) of mean length and coefficient of variation (C) of main 27 species.

Fish species code number	n	range	mean	SD	C
01	21	265 - 413 mm	311.7 mm	38.73 mm	12.4
02	21	244 - 376	287.2	33.94	11.8
03	15	236 - 336	285.4	34.49	12.1
04	21	390 - 582	487.7	58.08	11.9
05	7	282 - 303	291.3	6.80	2.3
06	20	265 - 327	288.1	14.61	5.1
07	16	290 - 752	404.1	143.76	35.6
08	20	299 - 467	370.3	53.02	14.3
09	18	293 - 384	324.8	26.04	8.0
10	13	232 - 343	283.1	32.05	11.3
11	7	383 - 456	427.1	26.69	6.2
12	9	253 - 283	266.3	10.47	3.9
13	20	285 - 581	376.7	70.08	18.6
15	19	367 - 982	585.8	166.62	28.4
17	13	403-1,118	614.5	204.39	33.3
18	6	478 - 601	536.3	39.12	7.3
19	17	204 - 252	226.4	13.10	5.8
20	10	283 - 316	301.5	9.70	3.2
22	14	183 - 312	244.5	40.01	16.4
23	9	416 - 470	405.3	20.13	4.6
24	8	280 - 390	338.1	33.93	10.0
25	13	223 - 305	267.1	26.71	10.0
26	12	420 - 531	465.1	40.58	8.7
29	8	397 - 741	588.0	122.86	20.9
31	6	255 - 338	289.4	34.31	11.9
32	9	237 - 263	246.1	8.62	3.5
34	7	315 - 605	393.0	98.65	25.1

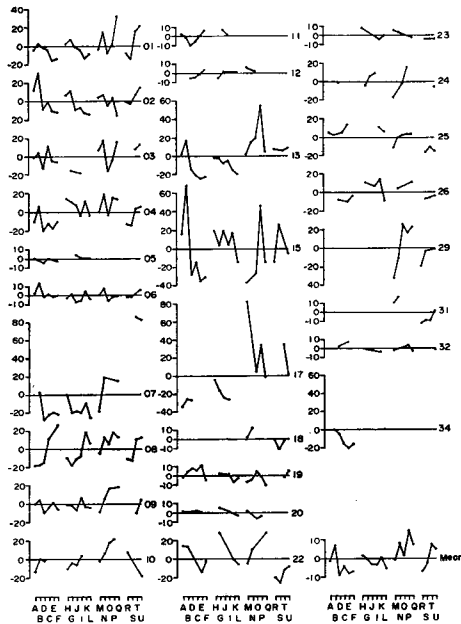


Fig. 12. Length variation pattern of each fish species. Fish species are shown code number in Table 1. Mean variation pattern was calculated from mean length of 27 species. The axis of abscissa indicates sub-communities, the ordinate is shown relative mean length [(mean length by sub-community - mean of mean length) \times 100 / mean of mean length].

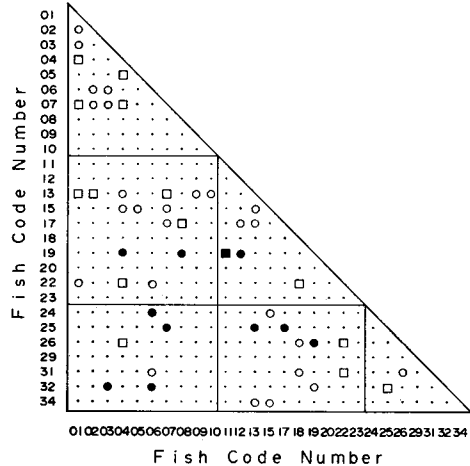


Fig. 13. Similarities of length variation patterns among fish species. Similarities were calculated by correlation coefficients.

- : significant positive correlation at $P < 0.01$
- : significant positive correlation at $0.01 \leq P < 0.05$
- : significant negative correlation at $0.01 \leq P < 0.05$
- : significant negative correlation at $P < 0.01$

季節、海域、水深の3要因と各魚種の平均体長の関係を明らかにするため、他を一定にして1要因に対する体長の大小を比較した。たとえば、スケトウダラの体長と水深の関係については、他の2要因が一定である浅深の組合せは、A-B, D-C, E-F, H-G, J-I, K-L, M-N, O-P, R-S, R-T, R-U, S-T, S-U および T-U の14通りである。このうち、深部が浅部より大形である組合せは11通り、逆に小形は3通りである。もし、水深による体長の差がなければ、二項分布にしたがうため、上記の確率は $P=0.029$ で、5%以下の危険率で深部のほうが大形であるといえる。同様に各魚種の水深、海域、季節による体長の大小の傾向を5%の危険率で検定した。水深については、27種のうちスケトウダラ、ウマガレイ、シュムシュガレイおよびヒレナガナメタの4種は深部のほうが大形であり、逆の魚種はみられなかった。また、春期を除くと、マダラとアラスカアブラガレイも深部で大形であった。海域については、ウマガレイとケムシカジカモドキは南東>中央>北西、マダラとシュムシュガレイは南東>北西>中央の順であった。季節については、アラスカメヌケは夏期>秋期>冬期>春期、シュムシュガレイは冬期>夏期>秋期>春期、サケピクニンは春期>冬期>夏期>秋期の順であった。南東海域に限られた秋期を除くと、マダラとケムシカジカモドキは夏期>春期>冬期の順であった。27種

の平均値では、春期を除く水深で深部>浅部および季節で夏期>春期>冬期の順位がみられた。

各魚種の体長の変化パターンによる類型化

魚種間の体長の変化パターンの類似性により、魚種のグループ化を試みた。

順位相関係数による類似性： 27 種間の有意な正または負の相関を有する組合せに記号を符して図示した (図 13)。有意な正の相関を基準として、recurrent group 分析法により魚種間の関係を示した (図 14)。これでは、12 種が 4 グループに分類されただけである。この 4 グループに 1/2 以上の割合で有意な正の相関を有する魚種を加えると、18 種が 5 グループに分類された。すなわち、①：コブシカジカ、キタノホッケ、ヤセテングトクビレ、②：スケトウダラ、ウマガレイ、マダラ、カラスガレイ、ケムシカジカモドキ、ツノカスベ、③：アラスカメヌケ、シュムシュガレイ、④：ギンダラ、サケビクニン、トゲカジカ、ヒレナガナメタ、⑤：アラスカアブラガレイ、ニシン、オヒョウである。他の 9 種のうち、コガネガレイ、キタノメヌケ、ナメヨコスジカジカおよびキタノクサウオの 4 種は②グループのいずれかの種と有意な正の相関を有したが、残りの 5 種はいずれのグループとも有意な相関を持っていなかった。②グループの魚種の変化パターンの顕著な特徴として、冬期と春期には体長の大きさに南東海域>中央海域>北西海域の順位がみられた。

相関係数による類似性： 12 以上の亜群集で平均体長が計算された 16 種間の相関係数を示した (表 3)。負の有意相関はわずか 2 組であった。相関係数行列から群分析法によるデンドログラムを図示した (図 15)。0.5 以上で結合される魚種をグループ化すると、①：スケトウダラ、カラスガレイ、アラスカメヌケ、②：アラスカアブラガレイ、オヒョウ、③：ウマガレイ、シュムシュガレイ、④：ツノカスベ、⑤：マダラ、サケビクニン、トゲカジカ、⑥：ナメヨコスジカジカ、キタノメヌケ、ケムシカジカモドキ、⑦：コブシカジカ、⑧：ガンコの 8 グループになった。また、因子分析法により、各魚種の第 3 因子までの負荷量を立体座標上にとり、位置を示した (図 16)。魚種間の距離をユークリッド距離で計算し、この距離の行列より、群分析によるデンドログラムを得て、距離 0.5 以下で結合する魚種をまとめると、①：ナメヨコスジカジカ、ツノカスベ、サケビクニン、トゲカジカ、②：スケトウダラ、ウマガレイ、アラスカメヌケ、シュムシュガレイ、カラスガレイ、③：マダラ、ケムシカジカモドキ、④：コブシカジカ、ガンコ、⑤：キタノメヌケ、⑥：アラスカアブラガレイ、オヒョウの 6 グループになった。群分析法と因子分析法を比較すると、前者の④、⑤、⑥グループの魚種は、後者の①、③、⑤グループのいずれかに属しており、

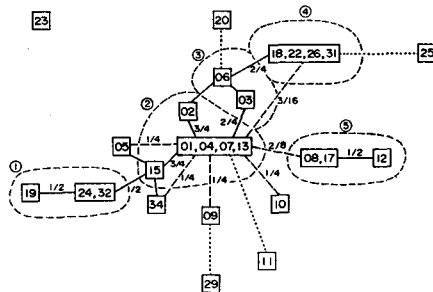


Fig. 14. Grouped fish species by Fager's recurrent group analysis method. Lines connecting the groups indicate intergroup affinities; where fractions are the ratios of the number of observed species-pair connections between groups to the maximum number of possible connections. Solid lines indicate over 1/2, broken lines under 1/2 and dot lines high positive correlations but insignificant.

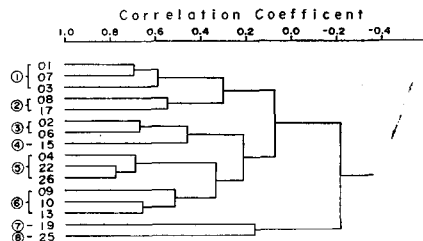


Fig. 15. Cluster diagram for fish species.

Table 3. Correlation coefficients among fish species of

	01	02	03	04	06	07	08
01	—		○	○○		○○	
02	.307	—			○○		
03	.612	.251	—		○		
04	.610	.291	.425	—			
06	.281	.670	.570	.260	—		
07	.693	.435	.565	.403	.477	—	
08	.165	-.372	.399	.276	.061	.305	—
09	.363	-.013	.068	.283	.033	.164	.138
10	-.373	-.295	-.304	.070	-.230	-.568	.443
13	.393	.500	.117	.521	.159	.606	.039
15	.111	.554	.062	.492	.368	.196	-.273
17	.076	.014	.387	.280	-.055	.279	.547
19	-.246	.199	-.334	-.554	-.006	-.085	-.420
22	.530	.238	-.083	.643	.355	-.217	-.103
25	-.314	-.368	-.415	-.081	-.050	-.716	.157
26	.324	.025	.039	.734	.245	-.084	.086

○○: significant positive correlation at $P < 0.01$ ○: significant positive correlation at

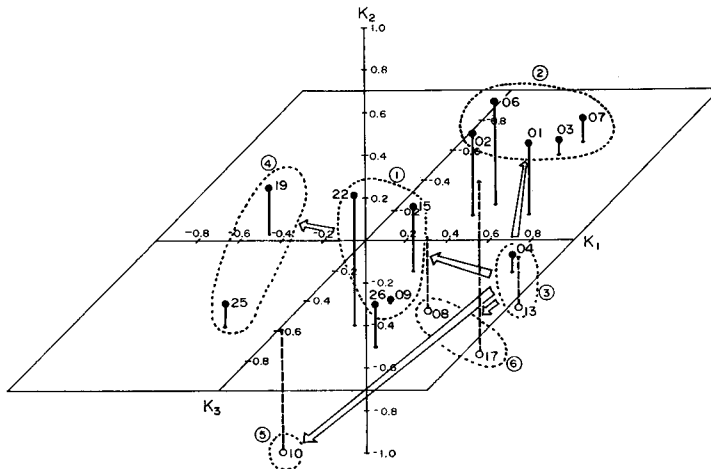
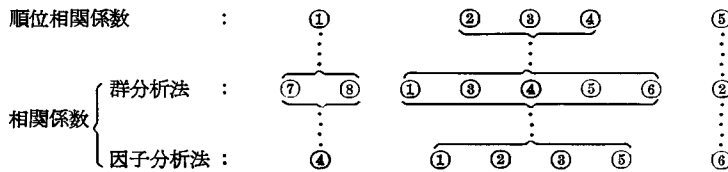


Fig. 16. Relations of length variation patterns among fish species by factor analysis method. Coefficients of common factors in every fish species expressed as a point in the rectangular coordinates.

一致度は小さいが、他のグループは一致した。

これらと順位相関係数による類型グループとを比較すると、



mean body length in sub-communities.

	09	10	13	15	17	19	22	25	26
			○	○					
			○	○		×	○		○○
			○					×	
			○				○		
—	—	—	—	○					
.512	—	—	—	—					
.519	.658	—	—	○					
.061	.031	.515	—	—					
-.215	.290	.385	-.330	—					
-.058	-.089	-.115	-.040	-.501	—				
.584	-.113	.284	.231	-.612	-.280	—			○○
.196	.478	-.528	-.066	-.643	.165	.416	—		
.480	.365	.340	.461	-.274	-.684	.777	.291	—	

0.01 ≤ P < 0.05 × : significant negative correlation at P < 0.05

であり、アラスカアブラガレイとオヒョウのグループ以外の一致度は小さかった。順位相関係数と相関係数のグループが一致しないのは、平均体長の分布が正規型でないことによると考えられる。なお、おおまかではあるが、3方法を総合すると、①：コブシカジカ、ガンコ、②：スケトウダラ、ウマガレイ、アラスカメヌケ、マダラ、シムシユガレイ、カラスガレイなど、③：アラスカアブラガレイ、オヒョウの3グループに分けられる。

亜群集の系列と体長の変化パターンとの関係

魚種組成の一定の変化方向に対応した各魚種の体長の変化傾向を解明するため、亜群集の系列に沿った各魚種の平均体長の変化パターンを示した(図17)。相対的体長 m_{ij} は標準偏差が1になるように変換された。捕食者-被食者関係の進行方向と考えられた¹⁾ Q系列では、被食者のスケトウダラと捕食者のマダラ、カラスガレイ、アラスカアブラガレイおよびトゲカジカはともに大形化した。体の大形化は時間の進行と一致しており、Q系列が時間の方向であるという仮定と合致した。

相関係数による魚種グループの平均体長の変化パターンを示した(図18)。両方法ともD系列とI系列では小形化、P系列とQ系列では大形化する魚種グループが多かった。因子分析法の④グループ(コブシカジカ、ガンコ)は地理的方向であるD系列とP系列で浅部ほど大形化した。また、⑤グループ(キタノメヌケ)と⑥グループ(アラスカアブラガレイ、オヒョウ)は時間的方向であるQ系列で小形化あるいは一定の変化をしなかった。

各魚種の亜群集における個体数と平均体長との関係

Q系列ではスケトウダラ、マダラ、カラスガレイ、アラスカアブラガレイなどの平均体長が大形化し、被食者のスケトウダラの割合が減少した。また、年令・体長の増加によって集群性に変化がなければ個体数の減少が予想され、個体数と体長との間に一定の関係の存在が考えられる。そこで、亜群集ごとの個体数と平均体長の関係を示した(図19)。スケトウダラとオクカジカは負、キタノメヌケは正の有意相関がみられた。しかし、ほとんどの魚種では個体数と体長の間には明瞭な関係はみられなかった。つまりスケトウダラは個体数の減少にともない大形化するが、その捕食者たちは個体数の減少なしに大形化した。スケトウダラの年令の増加にともなう減少は他の魚種に比べて早く、その死

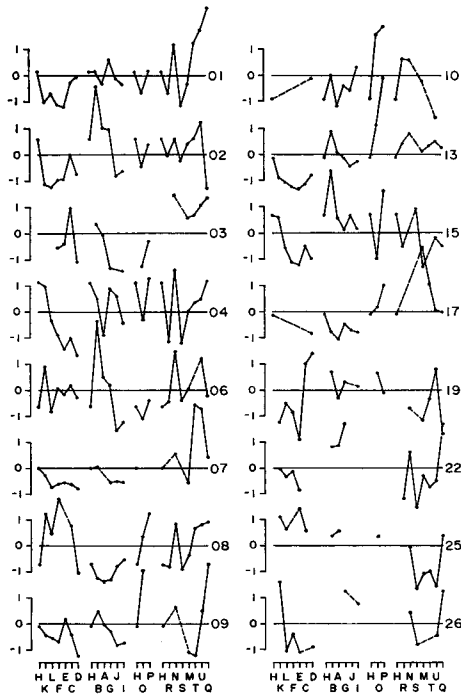


Fig. 17. Length variation patterns of each fish species by a row of sub-communities. The ordinate is shown relative mean length [(mean length by sub-community - mean of mean length) / standard deviation of mean length].

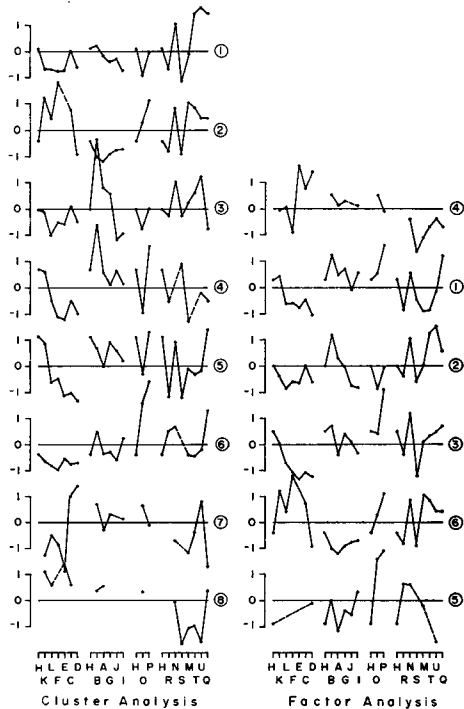


Fig. 18. Length variation patterns of grouped fish species by the cluster analysis method and factor analysis. The ordinate is the same as that used in Fig. 17.

亡率の高いことが予想される。

漁獲の選択性による本群集構成種の体長のかたより

本底魚群集はベーリング海東部陸棚斜面上部にあたる 200m 等深線をさしたかなり幅の狭い海域に位置した。そして、スケトウダラ 2~3 才魚の魚群に対する選択的なトロール操業によって採集がおこなわれ、当海域に分布する魚種の集合を母集団とするならば、本群集を構成する魚種の個体数と体長には一定のかたよりが予想される。

漁具の目合の大きさによる選択性により、小型魚種あるいは魚種の小形個体の漁獲効率は低下し、その個体数は過少、魚種の平均体長は過大評価される。各魚種の体長組成から多く漁獲された体長の最小値をみると、体型によりカレイ類は 20~25cm、カスベ類は 27~33cm、カジカ類は 14~25cm、トクビレ類は 23~26cm、メヌケ類は 22~23cm、スケトウダラ、ニシンなどは 25~33cm、ガジ類は 26~42cm であり、体長に比べ体高あるいは体幅が大きい魚種ほど小形の傾向がみられた。すなわち、カレイ類、カジカ類、メヌケ類では 20~23cm 以上、スケトウダラ、ニシンなどでは 27cm 以上の個体が普通に漁獲されるといえる。しかし、目合から判断すると、この体長でもより大形個体に比べ漁獲効率は低いと考えられる。まれば、体長 9cm のアラスカアブラガレイ、10cm のコブシカジカ、11cm のスケトウダラ、ウマガレイ、アシボソゲンゲなど非常に小形個体まで漁獲される。本群集は

水戸：ベーリング海の底魚類の体長組成

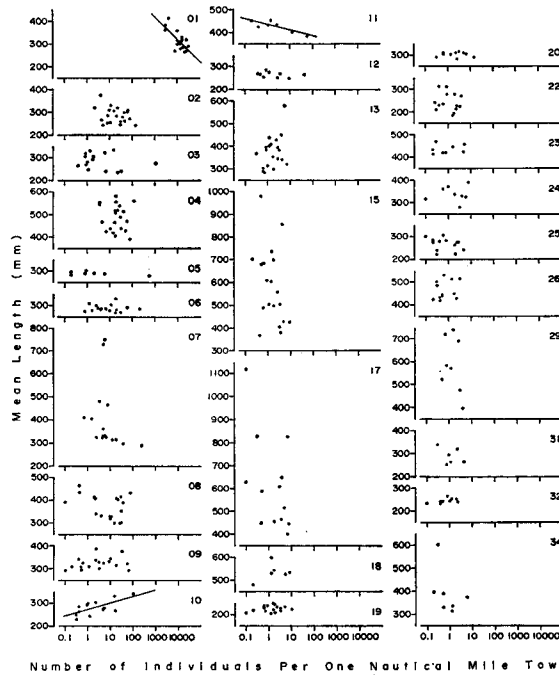


Fig. 19. Relationships between mean length of fish species and number of individuals per one nautical mile tow by sub-community.

これらの魚種の小形個体からすべての魚種のほとんど最大に生長した個体までの広い年令構成を持っている。さらにスケトウダラ、ウマガレイ、コブシカジカ、ソコメダマウオ、コオリカジカでは2~4 cmの稚魚が、本群集構成種の胃中よりみいだされ、少なくとも本群集の周辺には存在していたことを示す。23~37 cm以上の比較的大形の個体しか存在しなかったマダラ、オクカジカ、ツノガレイ、オヒョウ、ギンダラ、トゲカジカ、ボウズギンポ、アオメバル、キタノクサウオ、*C. melanurus* およびイボギスカジカの小形個体は本群集の海域以外に生息していて、生長にともない移入してくるものと考えられる。これらの魚種を除いた、スケトウダラ、ウマガレイ、アラスカメヌケ、アラスカアブラガレイ、コブシカジカ、ソコメダマウオ、サケビクニン、ガンコ、アシボソゲンゲ、コオリカジカ、ニラミカジカなどは小形個体の過少評価が考えられる。これを考慮すると、平均体長の小さい亜群集ほど個体数の増加、平均体長の小形化により、魚種の個体数と平均体長の関係はより負の相関の高くなることが予想される。

体長の差による食物関係の変化

一般に魚類は生長にともない、食性を変化させる。そして、捕食者-被食者関係は両者の相対的な大きさによって規定される。したがって、体長の変化にともない種間の食物関係に差が生ずる。

本群集においては、スケトウダラの個体数が非常に多く、他の魚種の多くはスケトウダラの捕食者であった。捕食者-被食者関係の進行方向と考えられたQ系列では、スケトウダラとその捕食者とともに大形化した。捕食者が捕食可能な餌生物の大きさの範囲内において、より大形の個体を選択する¹⁹⁾²⁰⁾と仮定すれば、両者の大形化は捕食者にとって有利な条件となるであろう。そこで、スケトウダラと主な捕食者の平均体長の関係をみた(図20)。有意な正の相関がみられたのはマダラとカラ

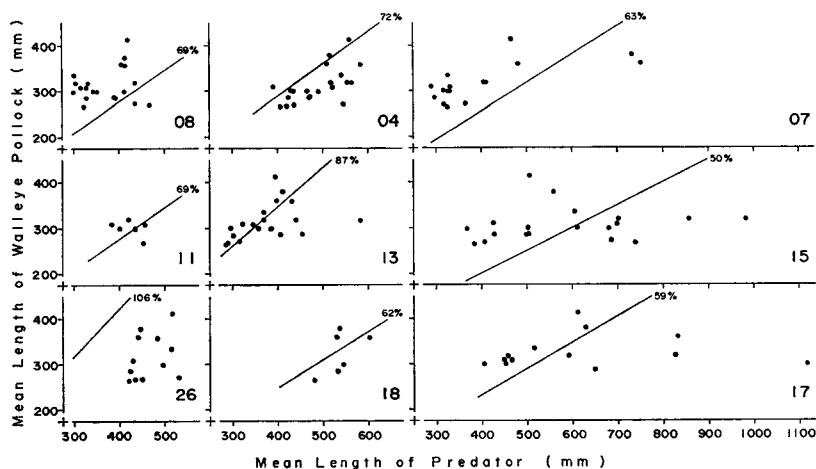


Fig. 20. Relationships between mean length of predatory fishes and walleye pollock by sub-community. Lines indicate the maximum ratio of predator length to prey length in the stomach of predator.

スガレイだけであった。図中には胃内容物の解析から得た捕食可能な最大のスケトウダラの体長の割合を示した。スケトウダラの平均体長は捕食可能な最大割合よりマダラ、ギンダラおよびトゲカジカでは小さく、逆にカラスガレイとアラスカアブラガレイでは大きかった。カラスガレイ、アラスカアブラガレイおよびツノカスベの平均体長の小さい亜群集での捕食可能なスケトウダラの体長は250mm以下であり、これらの捕食者は200~240mmのスケトウダラ1~2才魚を捕食すると考えられる。これらの小形スケトウダラが存在しない亜群集においては、捕食者-被食者関係は存在しないであろう。他の捕食魚種は250mm以上の個体を捕食でき、スケトウダラの平均体長よりも小形ではあるが、これらの個体は各亜群集に比較的多く存在しており、捕食者-被食者関係の成立を妨げるとは考えられない。

本群集を構成する多くの魚種には、水深の増加(D系列とP系列)と時間の経過(Q系列)にとともない体長の増加がみられた。これは、捕食者にとって、スケトウダラの捕食に有利に働く。スケトウダラは大形化にとともない個体数を急激に減少させ、大形化の要因として、被食による小形個体の死亡が重要であろう。

要 約

- 1) 底魚群集における魚種間の食物関係に影響を与える構成種の体長組成を明らかにした。
- 2) スケトウダラは体長200~350mmの2・3才魚が大部分を占め、ウマガレイ、アラスカメヌケおよびシュムシュガレイは200~350mm、コガネガレイとカラスガレイは200~400mm、アラスカアブラガレイは250~400mm、マダラとオヒョウは300~600mmの個体が主群をなした。
- 3) 漁具の選択性により、カレイ類、カジカ類、メヌケ類では20~23cm以上、スケトウダラ、ニシンなどでは27cm以上が主に漁獲された。構成種の体長範囲は、スケトウダラ、ウマガレイ、アラスカアブラガレイなどの9~11cmから全種の最も生長した個体まで含み、広い年齢構成を有す。
- 4) 水深による体長の変化では、スケトウダラ、ウマガレイ、マダラ、シュムシュガレイ、アラス

カアブラガレイは深部>浅部、海域では、ウマガレイとケムシカジカモドキは南東>中央>北西、マダラとシムシユガレイは南東>北西>中央の順に大形であった。27種の平均は深部>浅部および夏期>春期>冬期であった。

- 5) 体長の変化傾向の類似性による魚種グループは、①：コブシカジカ、ガンコ、②：スケトウダラ、ウマガレイ、アラスカメヌケ、マダラ、シムシユガレイ、カラスガレイなど、③：アラスカアブラガレイ、オヒョウであった。
- 6) スケトウダラの大形化は個体数の減少をともなったが、その捕食者は減少をともなわなかった。
- 7) 本群集の構成種は、水深の増加と捕食者-被食者関係の進行にともない体長の大形化がみられ、捕食者にとって有利な条件となる。スケトウダラ個体群の変動に対して被食死亡が大きな影響を与えることと示唆された。

文 献

- 1) 水戸啓一 (1977). ベーリング海底魚群集における食物関係. I. 群集構造および魚種の分布パターンについて. 北大水産北洋研業績集 特別号, 205-258.
- 2) 石田昭夫 (1967). ベーリング海東部のスケトウダラ (*Theragra chalcogramma*, (Pallas)) の年令と成長. 北水研報 32, 1-7.
- 3) 山口関常・高橋善弥 (1972). 東部ベーリング海産スケトウダラの成長と年齢. 遠洋水研報 7, 49-69.
- 4) Mineva, T. A. (1964). On the biology of some flatfishes in the eastern Bering Sea. p. 227-235. In Moiseev, P. A. et al. (ed.), *Soviet Fisheries Investigations in the Northeast Pacific*. II. (Translated from the Russian by IPST staff, 1968), 289p. IPST, Jerusalem.
- 5) Moiseev, P. A. and Paraketsov, I. A. (1961). 太平洋北部のカサゴ科魚類の生態に就いての若干の資料. (鈴木敬一訳, 1963), ソ連北洋漁業関係文献集 56, 62-74.
- 6) Gritsenko, O. F. (1963). Age and growth rate of Pacific rockfish of the Bering Sea. p. 328-331. In Moiseev, P. A. et al. (ed.), *Soviet Fisheries Investigations in the Northeast Pacific*. I. (Translated from the Russian by IPST staff, 1968), 333p. IPST, Jerusalem.
- 7) 千国史郎 (1975). 北太平洋におけるアラスカメヌケの漁業生物学的研究. 遠洋水研報 12, 1-119.
- 8) Moiseev, P. A. (1950). 西カムチャッカのダラの生物学的資料. (高橋 正ら訳, 1957), ソ連北洋漁業関係文献集 23, 99-150.
- 9) Fadeev, N. S. (1968). ベーリング海南東部のカレイ類, 漁業-生物学概要. (田中季雄訳, 1969), ソ連北洋漁業関係文献集 88, 76-116.
- 10) 畑中 寛 (1968). 南東ベーリング海産ロスケガレイの年齢と成長. 日水誌 34, 562-569.
- 11) 前田辰昭 (1969). ベーリング海東部における底曳網漁場の研究. III. ロスケガレイの年令と体長の組成について. 日水誌 35, 251-257.
- 12) Shubnikov, D. A. and Lisovenko, L. A. (1964). Data on the biology of rock sole of the southeastern Bering Sea. p. 220-226. In Moiseev, P. A. et al. (ed.), *Soviet Fisheries Investigations in the Northeast Pacific*. II. (Translated from the Russian by IPST staff, 1968), 289p. IPST, Jerusalem.
- 13) 三河正男 (1963). カラスガレイの生態. 東北水研報 23, 1-43.
- 14) Dudnik, Yu. I. and Usol'tsev, E. A. (1964). The herrings of the eastern part of the Bering Sea. p. 236-240. In Moiseev, P. A. et al. (ed.), *Soviet Fisheries Investigations in the Northeast Pacific*. II. (Translated from the Russian by IPST staff, 1968), 289p. IPST, Jerusalem.
- 15) Shaboneev, I. E. (1965). Biology and fishing of herring in the eastern part of the Bering Sea. p. 130-146. In Moiseev, P. A. et al. (ed.), *Soviet Fisheries Investigations in the Northeast Pacific*. IV. (Translated from the Russian by Orleans, D. and Mercado, A., 1968), 375p. IPST, Jerusalem.

- 16) Moiseev, P. A. (1953). 極東海域のタラ類及びカレイ類 [其の 2]. (小山 譲ら訳, 1957), ソ連北洋漁業関係文献集 22, 1-270.
- 17) Novikov, N. P. (1964). Basic elements of the biology of the Pacific halibut (*Hippoglossus hippoglossus stenolepis* Schmidt) in the Bering Sea. p. 175-219. In Moiseev, P. A. et al. (ed.), *Soviet Fisheries Investigations in the Northeast Pacific. II.* (Translated from the Russian by IPST staff, 1968), 289p. IPST, Jerusalem.
- 18) Shubnikov, D. A. (1963). Data on the biology of sablefish of the Bering Sea. p. 287-296. In Moiseev, P. A. et al. (ed.), *Soviet Fisheries Investigations in the Northeast Pacific. I.* (Translated from the Russian by IPST staff, 1968), 333p. IPST, Jerusalem.
- 19) Werner, E. E. and Hall, D. J. (1974). Optimal foraging and the size selection of prey by the bluegill sunfish (*Lepomis macrochirus*). *Ecology* 55, 1042-1052.
- 20) O'Brien, W. J., Slade, N. A. and Vinyard, G. L. (1976). Apparent size as the determinant of prey selection by bluegill sunfish (*Lepomis macrochirus*). *Ecology* 57, 1304-1310.