

VERTIKALNA I HORIZONTALNA DISTRIBUCIJA PUČINSKIH KOPEPODA JADRANSKOG MORA

VERTICAL AND HORIZONTAL DISTRIBUTION OF OCEANIC COPEPODS IN THE ADRIATIC SEA

Jure Hure

Biološki zavod IOR-a, Dubrovnik

Analizirana su područja stalnog prebivališta i sezone promjene horizontalnog rasprostranjenja sub-površinskih, intermedijarnih i dubokomorskih kopepoda s gledišta njihove vertikalne distribucije i karakterističnih oblika vertikalnih pomicanja. Obraden je planktonski materijal, sabran za vrijeme sezonskih krstarenja u godinama 1974—1976, a analizirani su i dugogodišnji podaci ranijih istraživanja.

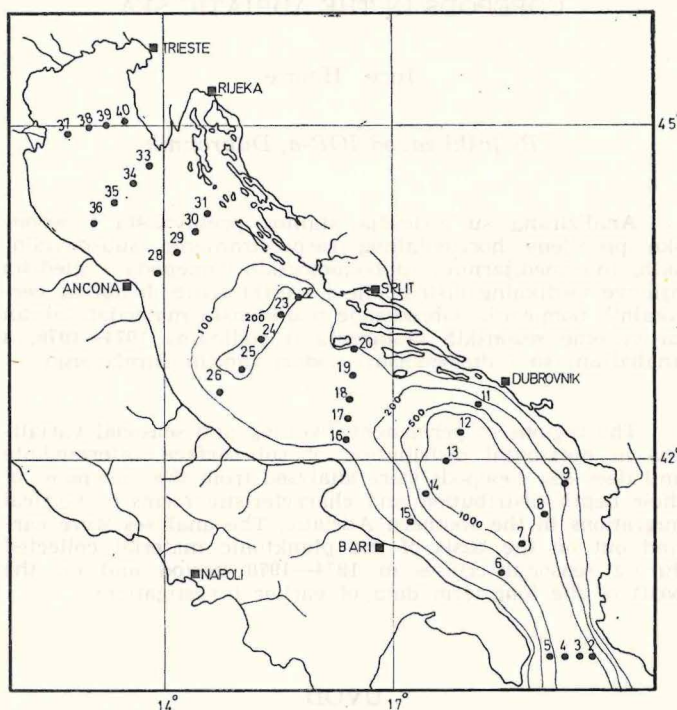
The regions of permanent dwelling and seasonal variations in horizontal distribution of sub-surface, intermediate and deep-sea copepods were analysed from the viewpoint of their depth distribution and characteristic forms of vertical migrations in the southern Adriatic. The analyses were carried out on the basis of the planktonic material collected during seasonal cruises in 1974—1976 period and on the basis of the long-term data of earlier investigations.

UVOD

Problem povremenog pojavljivanja stranih elemenata iz duboke južno-jadranske regije u plitkim vodama sjevernog Jadrana zanimao je već prve istraživače životinjskog planktona (Cori & Steuer, 1901; Steuer, 1902, 1903; Stiasny, 1910; Leder, 1917; itd.). Međutim, mnoga objašnjenja te pojave, koja su od tada iznesena, oslanjala su se najvećim dijelom na oskudnim i prostorno više ili manje ograničenim podacima (Steuer, 1910; Früchtl, 1920, 1924; Hure, 1961; Hoenigman, 1964; Shmeleva, 1964; Hure & Scotto di Carlo, 1969a; Ghirardelli, 1969; Vučetić, 1973; Gamulin, 1979). Nije postojalo šireg komparativnog uvida u dubinsko i geografsko rasprostranjenje pučinskih organizama. U ovom radu iznose se prvi takvi podaci s namjerom da posluže što potpunijem objašnjenju problema sezonskih varijacija horizontalnog rasprostranjenja pučinskih kopepoda u Jadranskom moru.

MATERIJAL I METODIKA

Rad se bazira na materijalu koji je sakupljen istraživačkim brodom JRM »ANDRIJA MOHOROVIČIĆ« u toku 4 sezonska krstarenja od 1974. do 1976. godine (septembar/oktobar 1974, april/maj 1975, februar i juli 1976). Na 35 stalnih postaja duž 8 transversalnih profila od Rovinja do Otranta sabrano je ukupno 132 planktonska uzorka (Sl. 1). Sve planktonske lovine izvršene su vertikalnim potezima od dna do površine Nansenovom mrežom, 1,13 m dijametra, 3,5 m dužine i okaca svile 250 mikrona.



Sl. 1. Raspored postaja
Location of sampling stations

Korišteni podaci o vertikalnim migracijama pučinskih kopepoda potječu iz ranijih istraživanja u južnom dubokom Jadranu u vremenskom razdoblju od 1955. do 1972. godine. Planktonske probe bile su sabrane na dubini od 1000 m u više slojeva vertikalnim potezima mrežom na zapor istog tipa i istih dimenzija kao ona prije spomenuta.

Tabelarni podaci konstatiranih vrsta u toku 4 sezonska krstarenja brodom »Andrija Mohorovičić« nalaze se u tisku »Hidrografskog godišnjaka« Hidrografskog instituta JRM u Splitu, dok su rezultati istraživanja vertikalnih migracija pučinskih kopepoda u južnom dubokom Jadranu najvećim dijelom publicirani (Hure & Scotto di Carlo, 1968, 1969b, 1970, 1974).

HIDROGRAFSKE PRILIKE

Sjeverni i srednji Jadran obuhvaćaju plitke vode s izraženim karakterom šelfa. Na tom području samo transversalno orijentirana kotlina Jabuke dostiže dubinu oko 270 m. Južno od Palagruškog praga dno se strmo spušta u prostranu južnojadransku kotlinu s najvećom dubinom oko 1200 m.

Jadran spada u toplija mora s prosječnom temperaturom u površinskom sloju oko 17,9°C. U južnom Jadranu ljetna temperatura na površini iznosi oko 23,2°C, a zimska oko 12,1°C. Ekstremna godišnja kolebanja u sjevernom Jadranu dostižu 24,7°C (od 4,1 do 28,8°C). U Jadranskom moru prevladava zimi izotermija. Početkom proljeća stvara se termoklina koja je najizraženija koncem ljeta i početkom jeseni. Vertikalni gradijent veći je u sjevernom, ali je razdoblje slojanja kraće nego što je u južnom Jadranu. Istočne obalne vode gotovo u svim sezonama toplije su od zapadnih jadranskih voda.

Prosječna slanost površinskih voda iznosi oko 38,8‰. U sjevernom Jadranu slanost je na površini u prosjeku oko 30,0‰, a u južnom oko 37,8‰. Slanost raste u sjevernom Jadranu s povećanjem dubine, dok je u južnom Jadranu najveća u intermedijarnom sloju (38,8 do 38,9‰). Općenito je salinitet najniži krajem proljeća i u toku ljeta, a najviši u zimskim mjesecima. Zapadne obalne vode više su zaslađene od onih uz istočnu obalu.¹

Najznačajnije izmjene jadranske vode vrše se u površinskom sloju gdje prevladava tzv. ulazno-izlazni stalni strujni tok. Zimi se ističe ulazno strujanje istočnom obalom u Jadran čime se vrši njegovo punjenje. Ljeti, naprotiv, prevladava obrnuti, izlazni tok uz talijansku obalu koji pogoduje pražnjenju jadranskog bazena (Buljan & Zore-Armanda, 1966). Transverzalno strujanje najizraženije je u proljeće i jesen, a pretežno je usmjereno od istočne prema zapadnoj obali Jadrana. U intermedijarnom sloju protječe, naročito zimi, slana mediteranska voda prema sjeveru, dok se sjeverojadranska voda kao specifički teža proširuje prema jugu pridnenim slojem stacionirajući vrlo često u najdubljim slojevima srednjeg, odnosno južnog Jadrana.

PODACI

Vertikalna distribucija

U južnom dubokom Jadranu srednja godišnja gustoća kopepoda u vodenom stupcu 1000 m dubine najveća je u površinskom sloju, a iznosi gotovo polovicu od totalnog broja primjeraka. Porastom dubine broj organizama na m³ naglo se smanjuje, te je u sloju od 100 do 200 m tri puta, a u sloju od 600 do 1000 m oko 25 puta manji nego u površinskom sloju (Tab. 1).

Srednji godišnji broj primjeraka pučinskih vrsta na m³ povećava se od površine od 200 m dubine, a zatim se prema dnu postepeno smanjuje. Međutim, procentualno učešća pučinskih vrsta u odnosu na totalni broj kopepoda u naglom je porastu do dubine 400 m, nakon koje zadržava gotovo iste vrijednosti do najvećih dubina Jadrana (Sl. 2).

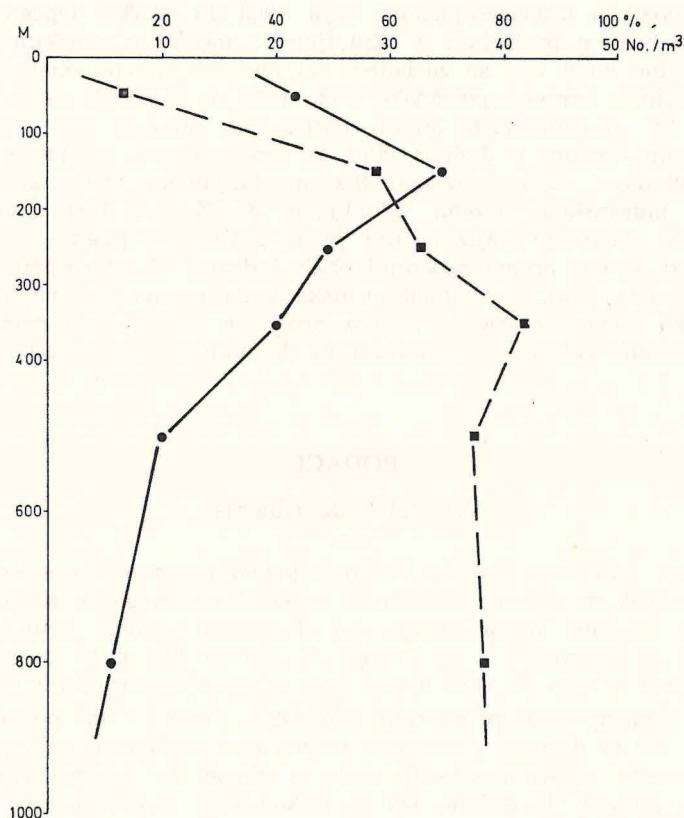
¹ Na podacima o temperaturi i salinitetu, koji su sabrani u toku sezonskih krstarenja brodom A. Mohorovićić, najtoplije se zahvaljujem suradnicima Hidrografskog instituta u Splitu.

Faunistička kompozicija pučinske zajednice znatno se mijenja uporedo s povećanjem dubine. Očigledna vertikalna stratifikacija vrsta dozvoljava da se u južnom dubokom Jadranu razlikuju tri karakteristične biološke zone pučinske zajednice:

Tab. 1. Dubinska raspodjela brojnosti kopepoda u južnom dubokom Jadranu (srednjak 10 mjeseci)

Depth variation of the numbers of copepods in the South Adriatic (average of 10 months)

Dubina (m) Depth (m)	No./m ³
0—100	173,4
100—200	61,3
200—300	37,5
300—400	25,2
400—600	15,6
600—1000	6,9

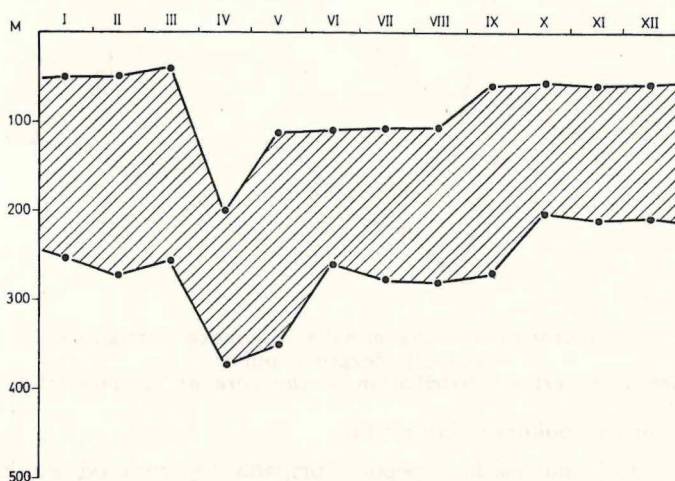


Sl. 2. Vertikalne razlike u brojnosti pelagičkih vrsta i njihov procentualni udio u cjelokupnom broju kopepoda (isprekidana crta)

Vertical changes in the number of pelagic species and their percentage of the total copepods (broken line)

A. — Gornja zona sub-površinskih vrsta

Ta zona obuhvaća veliki broj vrsta od kojih su najabundantnije: *Clausocalanus pergens*, *Clausocalanus paululus*, *Lucicutia flavicornis*, *Pleuromamma gracilis* i *Oithona setigera*. Kvantitativno su još prilično značajne: *Clausocalanus parapergens*, *Aetideus armatus*, *Euaetideus giesbrechti*, *Scolecithrix brady*, *Scolecithricella dentata*, *Heterorhabdus papilliger*, *Oncaea venusta*, *Oncaea conifera* i *Corycaeus furcifer*. Sub-površinske vrste rasprostranjene su u južnom dubokom Jadranu od površine do 800 m dubine sa srednjim godišnjim maksimumom abundancije u sloju od 100 do 200 m. Sezonska migracija dobro je izražena, a ispoljava se u postepenom približavanju površini jezgre populacije gotovo svih vrsta od početka jeseni do kraja zime i u naglom spuštanju u dublje slojeve u toku proljeća (Sl. 3). Te životinje se redovito za puna mraka koncentriraju u površinskim vodama iznad 50 m dubine Hure, (1961).



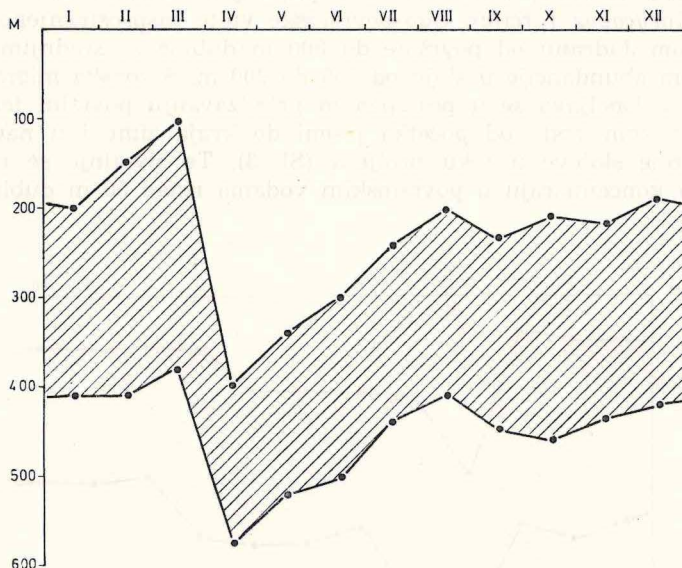
Sl. 3. *Clausocalanus pergens*. Sezonska vertikalna distribucija jezgre populacije. (Dubinska razlika između 25% i 75% razine označava jezgru populacije)

Seasonal vertical distribution of the core of the population (Core of the population represents the portion between 25% i 75% levels)

B. — Srednja zona intermedijarnih vrsta

U tu zonu pučinske zajednice uključuje se najveći broj vrsta, ali se većina vrlo rijetko i malobrojno pojavljuje u planktonu južnog dubokog Jadrana. Mnogobrojnošću se ističu samo: *Euchaeta acuta*, *Pleuromamma abdominalis* i *Haloptilus longicornis*, dok su nešto češće od ostalih: *Chiridius poppei*, *Pseudaetideus armatus*, *Euchirella messinensis*, *Xanthocalanus agilis*, *Lucicutia gemina*, *Heterorhabdus spinifrons*, *Haloptilus ornatus*, *Augaptilus longicaudatus* i *Euaugaptilus hecticus* (Hure & Scotto di Carlo, 1968). Intermedijarne vrste rasprostranjene su od površine do najvećih dubina Jadrana, a imaju srednji godišnji maksimum abundancije u sloju od 300 do 400 m.

Pokazuju intenzivnu sezonsku migraciju približavanjem koncem zime površini i naglim spuštanjem početkom proljeća u dublje slojeve mora (Sl. 4). Dnevna migracija, izuzev kod *Haloptilus longicornis*, vrlo je intenzivna u svim godišnjim dobima. U ponoćnim satima veći dio populacije tih organizama nalazi se u slojevima iznad 100 m dubine (Hure & Scotto di Carlo, 1969c, 1974).



Sl. 4. *Pleuromamma abdominalis*. Sezonska vertikalna distribucija jezgre populacije
Seasonal vertical distribution of the core of the population

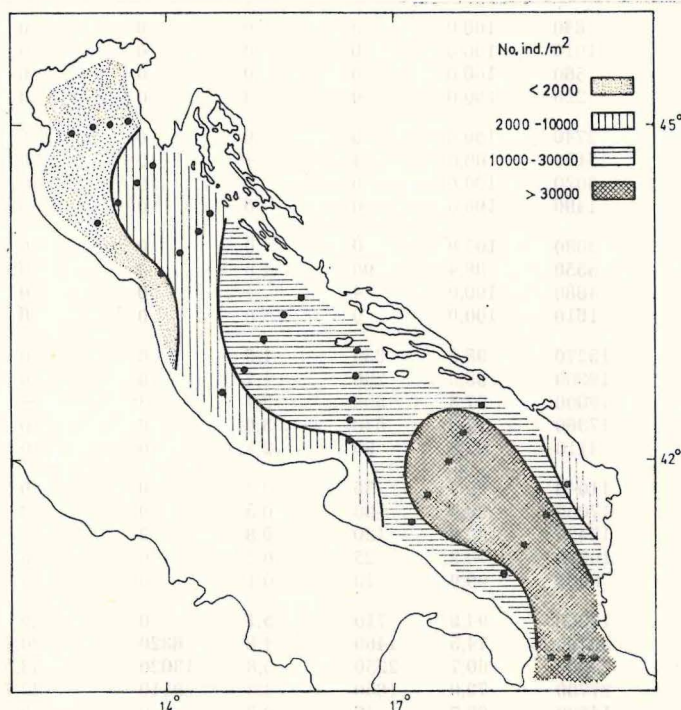
C. — Donja zona dubokomorskih vrsta

Najmanji broj pučinskih kopepoda pripada toj zoni od kojih su *Spinocalanus longicornis*, *Spinocalanus oligospinosus*, *Monacilla typica*, *Temoropia mayumbaensis*, *Mormonilla minor* i *Oncaea ornata* prilično česte forme, dok se *Spinocalanus magnus*, *Tharybis macrophthalma*, *Temorites brevis* i *Scaphocalanus invalidus* pojavljuju vrlo rijetko i to najčešće u pojedinačnim primjercima (Hure & Scotto di Carlo, 1968, 1968a). Dubokomorske vrste rasprostranjene su od dna južnojadranske kotline do 100 m ispod površine sa srednjim godišnjim maksimumom abundancije u slojevima dubljim od 400 m. Sezonska migracija slabo je izražena, a očituje se u laganom ljetnom uspinjanju i nešto intenzivnijem proljetnom spuštanju populacije većine vrsta (Hure & Scotto di Carlo, 1969a). Dubokomorski kopepodi pokazuju specifičan i najslabije izraženi danje-noćni ritam vertikalnog pomicanja između svih vrsta pučinske zajednice (Hure & Scotto di Carlo, 1969c, 1974).

Horizontalna distribucija

Srednji broj primjeraka pučinskih kopepoda na m² u Jadranskom moru (srednjak 4 sezonska krstarenja) najveći je u njegovom južnom dubokom dijelu. Prema sjeveru broj individua postepeno se smanjuje, a najmanji je u

krajnjim zapadnim vodama Jadrana, plićim od 50 m dubine. Smanjenje mnogobrojnosti pučinskih vrsta od pučine prema obali u srednjem i sjevernom Jadranu evidentnije je u zapadnom, nego u istočnom smjeru. U južnom Jadranu, naprotiv, pojedine istočne vode, posebno obalno područje pored ušća rijeke Bojane, nešto malo su siromašnije na abundanciji pučinskih kopepoda od odgovarajućih susjednih talijanskih voda (Sl. 5).



Sl. 5. Horizontalna distribucija pelagičkih kopepoda (No./ m^2 — srednjak 4 krstarenja)
Horizontal distribution of pelagic copepods (mean No./ m^2 for the 4 cruises)

Srednje procentualno učešće vrsta triju dubinskih zona pučinske zajednice ukazuje na kvantitativnu prevlast kopepoda gornje zone u svim područjima Jadranskog mora. U sjevernom Jadranu sub-površinske vrste su jedina komponenta pučinske zajednice. Prema južnim dubljim vodama Jadrana njihovo se procentualno učešće postepeno smanjuje, a najmanje je u južnojadranskoj kotlini gdje iznosi na postaji 13 oko 60% od totalnog broja pučinskih kopepoda. Intermedijarne vrste srednje zone kvantitativno su najslabije zastupljene od svih organizama pučinske zajednice. Njihovo procentualno učešće u vodama najmnogobrojnijeg obitavanja, tj. u južnom dubokom Jadranu, dostiže samo oko 6%, a u kotlini Jabuke oko 3% od cjelokupnog broja pučinskih vrsta. Konačno, dubokomorski kopepodi donje zone žive gotovo isključivo u području južnojadranske kotline sa srednjim procentualnim učešćem preko 30% (Tab. 2).

Tab. 2. Srednji broj pelagičkih kopepoda triju dubinskih zona i njihov međusobni procentualni udio na pojedinim postajama

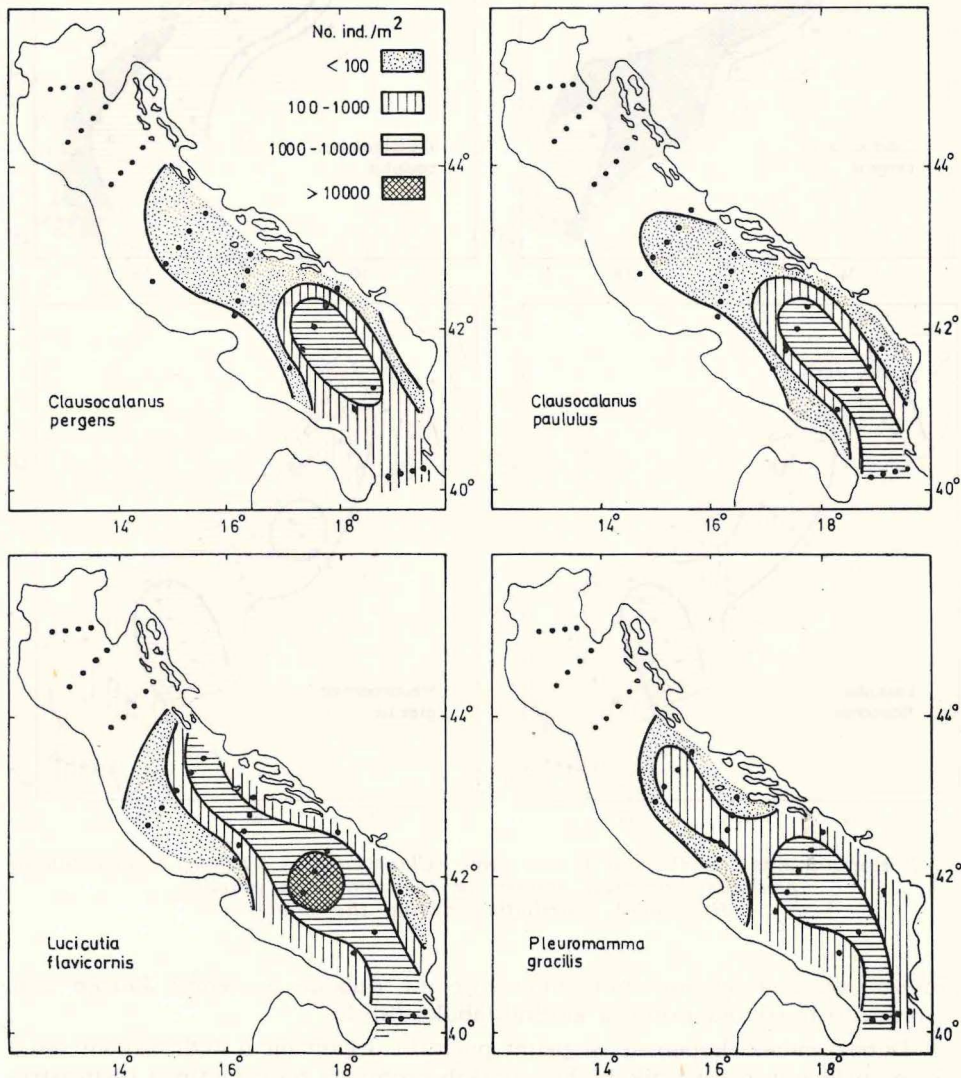
Mean total number of pelagic copepods of three depth distribution zones and their relative percentage at various stations

Postaje Stations	Vrste Species	Gornja zona Upper zone		Srednja zona Middle zone		Donja zona Lower zone		Ukupno Total
		No./m ²	%	No./m ²	%	No./m ²	%	No./m ²
40		840	100,0	0	0	0	0	840
39		1010	100,0	0	0	0	0	1010
38		560	100,0	0	0	0	0	560
37		220	100,0	0	0	0	0	220
33		2740	100,0	0	0	0	0	2740
34		3130	100,0	4	+	0	0	3134
35		3020	100,0	0	0	0	0	3020
36		1490	100,0	0	0	0	0	1490
31		3080	100,0	0	0	0	0	3080
30		5550	98,4	90	1,6	0	0	5640
29		4680	100,0	4	+	0	0	4684
28		1610	100,0	0	0	0	0	1610
22		15270	98,5	230	1,5	0	0	15500
23		16800	98,3	290	1,7	0	0	17090
24		18000	97,3	500	2,7	3	+	18503
25		17360	97,0	540	3,0	0	0	17900
26		4110	97,9	90	2,1	0	0	4200
20		11040	99,7	35	0,3	0	0	11075
19		17000	99,5	90	0,5	0	0	17090
18		15420	99,2	120	0,8	2	+	15542
17		10870	99,8	25	0,2	0	0	10895
16		8000	99,9	10	0,1	0	0	8010
11		13260	94,9	710	5,1	0	0	13970
12		22700	74,5	1460	4,8	6320	20,7	30480
13		23600	60,7	2250	5,8	13020	33,5	38870
14		27700	72,0	1650	4,3	9110	23,7	38460
15		14500	99,7	45	0,3	0	0	14545
9		9950	99,9	10	0,1	0	0	9960
8		20970	90,1	1350	5,8	960	4,1	23280
7		24000	61,9	1900	4,9	12860	33,2	38760
6		18300	97,5	470	2,5	0	0	18770
2		19200	84,3	1390	6,1	2190	9,6	22780
3		22900	82,6	1660	6,0	3160	11,4	27720
4		24200	85,5	1270	4,5	2830	10,0	28300
5		21800	87,3	850	3,4	2320	9,3	24970

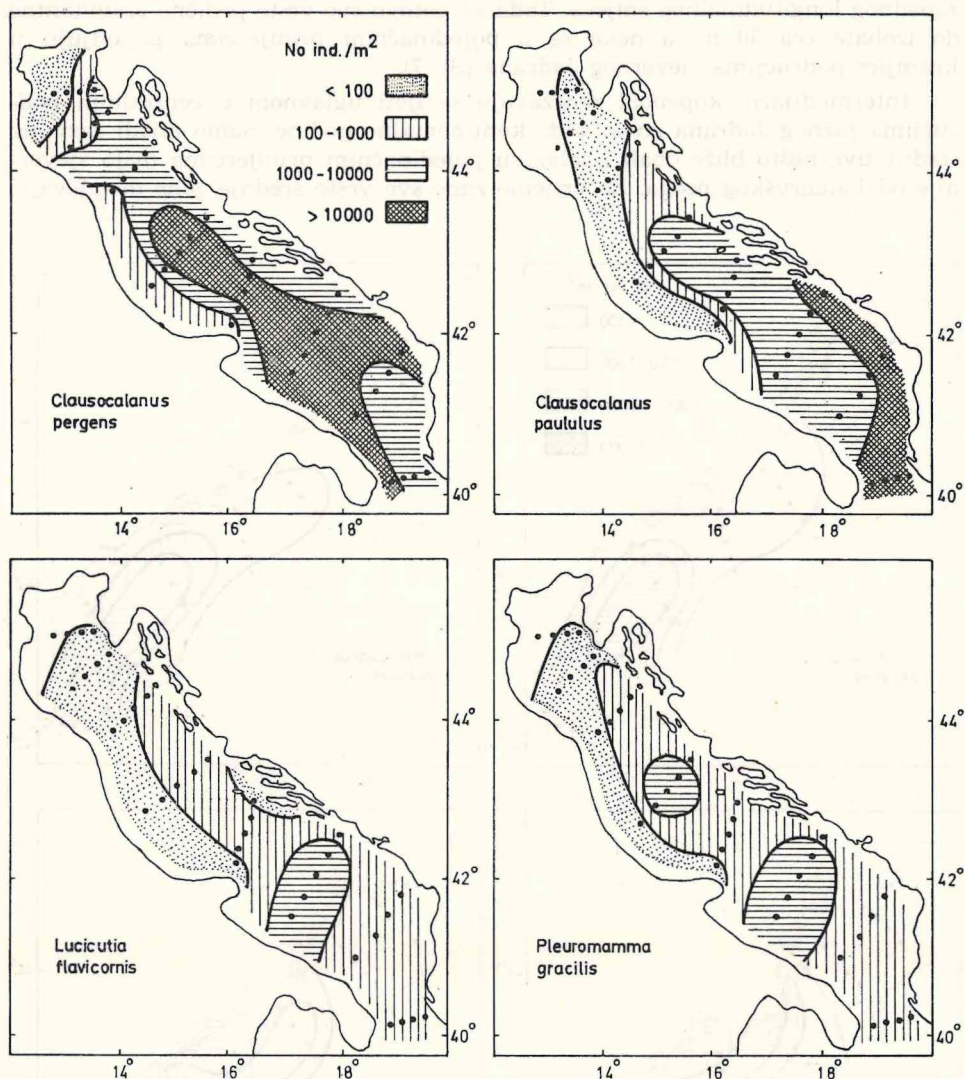
Sezonske varijacije horizontalnog rasprostranjenja pučinskih kopepoda u Jadranskom moru najizraženije su kod sub-površinskih vrsta. Za vrijeme toplijeg dijela godine, posebno ljeti, sub-površinski kopepodi zadržavaju se uglavnom u područjima dubljim od 100 m (Sl. 6). U sjevernom Jadranu i u obalnim vodama preostalog dijela Jadrana pojavljuju se pojedinačnim primjercima samo juvenilne forme izvjesnog manjeg broja vrsta. Međutim, zimi ti kopepodi proširuju areal rasprostranjenja prema obali, a naročito prema plitkim vodama sjevernog Jadrana i to znatno intenzivnije duž istočnog nego

zapadnog longitudinalnog smjera. Tada su gotovo sve vrste prilično abundantne do izobate cca 50 m, a neke se u pojedinačnim primjercima pojavljuju u krajnjim područjima sjevernog Jadrana (Sl. 7).

Intermedijarni kopepodi zadržavaju se ljeti uglavnom u centralnim područjima južnog Jadrana izvan voda kontinentalne podine. Samo mlađi razvojni stadiji žive nešto bliže obali i zalaze u pojedinačnim primjercima malo sjevernije od Palagruškog praga. Za vrijeme zime sve vrste srednje zone dospjevaju,



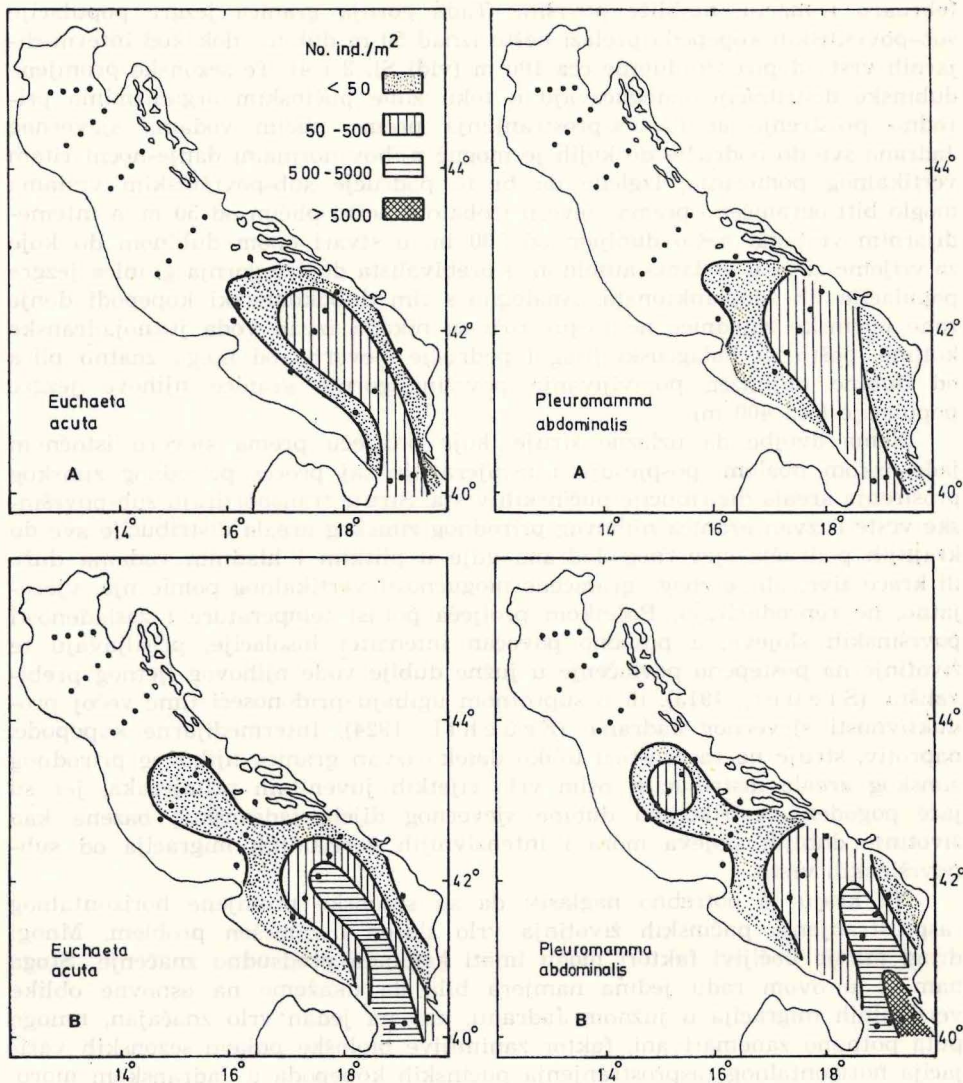
Sl. 6. Horizontalna distribucija u toku ljeta (*Clausocalanus pergens*, *Clausocalanus paululus*, *Lucicutia flavicornis*, *Pleuromamma gracilis*)
Horizontal distribution during the summer



Sl. 7. Horizontalna distribucija u toku zime (*Clausocalanus pergens*, *Clausocalanus paululus*, *Lucicutia flavicornis*, *Pleuromamma gracilis*)
Horizontal distribution during the winter

pretežno centralnim longitudinalnim smjerom, duboko u srednji Jadran gdje su redovito najabundantnije u kotlini Jabuke (Sl. 8).

Dubokomorski kopepodi su jedini pučinski organizmi u Jadranskom moru koji ne pokazuju gotovo nikakvih sezonskih promjena horizontalnog rasprostranjenja. Konstatirano je u zimskom krstarenju samo 5 primjeraka *Spinocalanus longicornis* i *Mormonilla minor* u kotlini Jabuke i na jednoj središnjoj postaji u području Palagruškog praga.



Sl. 8. Horizontalna distribucija *Euchaeta acuta* i *Pleuromamma abdominalis* (A) ljeta, (B) zima
 Horizontal distribution of *Euchaeta acuta* and *Pleuromamma abdominalis* (A) summer, (B) winter

DISKUSIJA I ZAKLJUČCI

Južnojadranska kotlina je jedino područje Jadranskog mora u kojem se čitave godine pojavljuju mnogobrojno kopepodi svih dubinskih zona pučinske regije. U tom hidrografski najstabilnijem dijelu Jadrana sub-površinske i intermedijarne vrste nalaze se koncem zime za izotermne stratifikacije, u

februaru i martu, najbliže površini. Tada gornja granica jezgre populacije sub-površinskih kopepoda prelazi nešto iznad 50 m dubine, dok kod intermedijarnih vrsta dopire do dubine cca 100 m (vidi Sl. 3 i 4). Te sezonske promjene dubinske distribucije omogućavaju u toku zime pučinskim organizmima prirodno proširenje areala rasprostranjenja prema plićim vodama sjevernog Jadrana sve do područja do kojih je moguć njihov normalni danje-noćni ritam vertikalnog pomicanja. Izgleda da bi to područje sub-površinskim vrstama moglo biti ograničeno prema sjeveru izobatom nešto plićim od 50 m, a intermedijarnim vrstama nešto dubljem od 100 m, u stvari onom dubinom do koje za vrijeme zime u vodama autohtonog prebivališta dopire gornja granica jezgre populacije tih zooplanktonata. Analogno s tim dubokomorski kopepodi donje zone pučinske zajednice ne rasprostiru se nikada izvan voda južnojadranske kotline, pošto su Palagruški prag i područje sjeverno od njega znatno plića od dubine najbližeg pojavljivanja površini gornje granice njihove jezgre populacije (cca 400 m).

Nema dvojbe da uzlazne struje, koje protječu prema sjeveru istočnom jadranskom obalom, pospješuju i usmjeravaju taj proces prirodnog zimskog proširenja areala distribucije pučinskih vrsta. Struje transportiraju sub-površinske vrste i izvan granica njihovog prirodnog zimskog areala distribucije sve do krajnjih područja sjevernog Jadrana gdje u plitkim i hladnim vodama duže ili kraće žive, ali se zbog ograničene mogućnosti vertikalnog pomicanja, vjerovatno, ne reproduciraju. Početkom proljeća porast temperature i zasladenosti površinskih slojeva, a posebno povećan intenzitet insolacije, prisiljavaju te životinje na postepeno povlačenje u južne dublje vode njihovog ljetnog prebivališta (Steuer, 1913), ili u suprotnom ugibaju pridonoseći time većoj produktivnosti sjevernog Jadrana (Früchtl, 1924). Intermedijarne kopepode, naprotiv, struje ne rasprostiru toliko daleko izvan granica njihovog prirodnog zimskog areala distribucije, osim vrlo rijetkih juvenilnih primjeraka, jer su jače pogođeni restrikcijom dubine sjevernog dijela jadranskog bazena kao životinje dubljih slojeva mora i intenzivnijih vertikalnih migracija od sub-površinskih vrsta.

Na kraju je potrebno naglasiti da su sezonske promjene horizontalnog rasprostranjenja pučinskih životinja vrlo složen i zamršen problem. Mnogi drugi manje uočljivi faktori mogu imati kadkada predsudno značenje. Stoga nam je u ovom radu jedina namjera bila da ukažemo na osnovne oblike vertikalnih migracija u južnom Jadranu, kao na jedan vrlo značajan, mnogo puta potpuno zanemarivani, faktor zanimljive biološke pojave sezonskih varijacija horizontalnog rasprostranjenja pučinskih kopepoda u Jadranskom moru.

CITIRANI RADOVI

- Buljan, M. i M. Zore-Armanda. 1966. Hydrographic data on the Adriatic Sea collected in the period from 1952 through 1964. *Acta Adriat.*, 12: 438.
- Cori, C. i A. Steuer. 1901. Beobachtungen über das Plankton des Triester Golfes in den Jahren 1899 und 1900. *Zool. Anz.*, 24: 111—116.
- Früchtl, F. 1920. Planktoncopepoden aus der nördlichen Adria. *Sitzungsber. K. Akad. Wiss., Wien*, 129: 463—509.
- Früchtl, F. 1924. Beitrag zur Kenntniss der qualitativen und quantitativen Verbreitung nordadriatischer Planktoncopepoden und ihrer Epibionten. *Sitzungsber. Akad. Wiss., Wien* 132: 195—223.
- Gamulin, T. 1979. Zooplankton istočne obale Jadranskog mora. *Prir. istr.* 43, *Acta Biol.*, 8: 177—270.
- Ghirardelli E. 1969. Lo zooplancton dell'Alto Adriatico ed il problema degli indicatori. *Publ. Staz. Zool., Napoli*, 37: 25—39.
- Hoenigman, J. 1964. O nekim značajnim faktorima horizontalnog rasprostranjenja zooplanktona u Jadranu. *Acta Adriat.*, 11 (20): 145—160.
- Hure, J. 1961. Dnevna migracija i sezonska vertikalna raspodjela zooplanktona dubljeg mora. *Acta Adriat.*, 9 (6): 1—60.
- Hure, J. i B. Scotto di Carlo. 1968. Comparazione tra lo zooplancton del Golfo di Napoli e dell'Adriatico meridionale presso Dubrovnik. *Pubbl. Stan. Zool. Napoli*, 36: 21—102.
- Hure, J. i B. Scotto di Carlo. 1969a. Copepodi pelagici dell' Adriatico settentrionale nel periodo gennaio-dicembre 1965. *Pubbl. Staz. Zool. Napoli*, 37, 2° suppl.: 173—195.
- Hure, J. i B. Scotto di Carlo. 1969b. Ripartizione quantitativa e distribuzione verticale dei Copepodi pelagici di profondità su una stazione nel Mar Tirreno ed una nell'Adriatico meridionale. *Pubbl. Staz. Zool. Napoli*, 37: 51—83.
- Hure, J. i B. Scotto di Carlo. 1969c. Diurnal vertical migration of some deep water Copepods in the Southern Adriatic (East Mediterranean). *Pubbl. Staz. Zool. Napoli*, 37: 581—598.
- Hur, J. i B. Scotto di Carlo. 1970. Distribuzione e frequenza delle specie del genere *Clausocalanus* Giesbrecht, 1888 (COPEPODA: CALANOIDA) nel Golfo di Napoli e nell'Adriatico meridionale. *Pubbl. Staz. Zool. Napoli*, 38: 239—304.
- Hure, J. i B. Scotto di Carlo. 1974. New patterns of diurnal vertical migration of some deep-water Copepods in the Tyrrhenian and Adriatic Sea. *Marine Biology*, 28: 179—184.
- Leder, H. 1917. Einige Beobachtungen über das Winterplankton im Triester Golf (1914). *Int. Revue*, 8: 1—21.
- Shmeleva, A. A. 1964. Novie dlja Adriatičeskogo morja vidi koppepod i osobnosti ih rasprostranjenja. *Okeanologija*, 4 (6): 1066—1971.
- Steuer, A. 1902. Beobachtungen über das Plankton des Triester Golfes im Jahre 1901. *Zool. Anz.*, 25: 369—372.
- Steuer, A. 1903. Beobachtungen über das Plankton des Triester Golfes im Jahre 1902. *Zool. Anz.*, 27: 145—148.
- Steuer, A. 1910. Adriatische Planktoncopepoden. *Sitzungsber. K. Akad. Wiss. Wien*, 119: 1005—1039.
- Steuer, A. 1913. Einige Ergebnisse der VII. Terminafahrt S.M.S. Najade im Sommer 1912 in der Adria. *Int. Rev.*, 5: 551—570.

- Stiasny, G. 1910. Beobachtungen über die marine Fauna des Triester Golfes im Jahre 1909. Zool. Anz., 35: 583—589.
- Stiasny, G. 1911. Beobachtungen über die marine Fauna des Triester Golfes im Jahre 1910. Zool. Anz., 37: 517—522.
- Vučetić, T. 1973. Zooplankton and the circulation pattern of the water masses in the Adriatic. *Neth. J. Sea Res.*, 7: 112—121.

Primljeno: 7. prosinca 1979.

VERTICAL AND HORIZONTAL DISTRIBUTION OF OCEANIC COPEPODS IN THE ADRIATIC SEA

Jure Hure

Biological Institution of IOR, Dubrovnik

SUMMARY

This report is based on the planktonic material collected during 4 seasonal cruises covering the entire Adriatic and on previous, partly published data on the vertical distribution of South Adriatic oceanic copepods.

The oceanic community of the South Adriatic is comprised of species associated with 3 depth distribution zones. The upper zone includes sub-surface copepods which have a mean annual maximum abundance from 100—200 m. The middle zone includes intermediate-water copepods. They are most abundant in the layer of 300—400 m range. The lower zone of deep-sea copepods have a mean annual maximum abundance below the 400 m depth. Sub-surface and especially intermediate-water species show pronounced seasonal and diurnal migrations, being found in more surface waters during the winter.

A general characteristic of oceanic community is the winter widening of the distribution range from the South Adriatic to the North. These seasonal differences in areal distribution are particularly evident for sub-surface copepods (Figs. 6 and 7). On the contrary deep-sea copepods show very feeble seasonal differences in horizontal distribution.

It is concluded that seasonal differences in horizontal distribution are associated with the dynamic of the hydrographic conditions of Adriatic Sea. However, the extent to which the copepods will spread northwards is related to the vertical distribution pattern of the single species and the amplitude of their seasonal and diurnal migrations.