

SCIENCA REVUO de Internacia Scienca Asocio Esperantista BEOGRAD, Jugoslavio	El Vol. 27 n-ro 4(120) 30.08.1976.
--	--

## La natura ekonomio de la maro

(C. STØP-BOWITZ, OSLO, NORVEGUJO)

PRELEGO DUM LA INTERNACIA SOMERA UNIVERSITATO  
KOPENHAGO 1975

En ĉi tiu prelego mi intencas gvidi vin por mallonga ekskurso tra la maro, de la surfaco tra la diversaj vivaj socioj ĝis la profundaĵo, klopodante montri al vi, iagrade, kiel la ekosistemo nomata "maro" funkcias. En tia mallonga prelego oni kompreneble povas prezenti nur kelkajn elektitajn ekzemplojn, montri al ĝeneralaj ĉeffaktoroj tipaj por la maro kiel sistemo.

La vivkondiĉoj en la maro estigis nutroĉenon, kiun, rilate produktadon de organika materialo, dominas mikroskopaj vegetaĵoj. Iom da organika materialo atingas la maron per riveroj, kaj iom estas produktata de fiksitaj vegetaĵoj (precipe algoj) en malprofundaj regionoj. Sed pli ol 90 % de la organika materialo, kiu subtenadas kaj konsistigas la vivon en la maro, estas sintezata en la "eŭfota" zono aŭ tavolo sur la vasta maro, flanke de diversaj plantoplanktonaj organismoj (la "eŭfota" zono estas la akvotavolo, kiu ricevas tra la akvosurfaco tiom da lumo, ke la fotosintezantaj algoj produktas pli da oksigeno, ol ili foruzas per spirado). Ĉi tiuj vegetaĵaj organismoj grandparte estas manĝataj de animala planktono kaj de kelkaj fiŝetoj. Ĉi tiuj plue fariĝas nutraĵo por diversaj karnomanĝantaj animaloj, grandaj kaj malgrandaj, kiuj siavice havas siajn predantojn. Parto de la malkomponiĝaj produktaĵoj el la aktivecoj en la surfacaj tavoloj falas tra la akvomasoj kaj estas nutraĵfonto de la organismoj vivantaj en tiuj profundaj akvotavoloj.

La vivciklo en la maro, same kiel tiu sur la tero, estas dependa de la efiko de la sunlumo al la verdaĵoj. Teraj kaj ma-

raj animaloj kaj vegetaĵoj devenas de la sama origino, sed tamen la du sistemoj estas tre diversaj sur la evolua stadio, sur kiu ni hodiaŭ konas ilin.

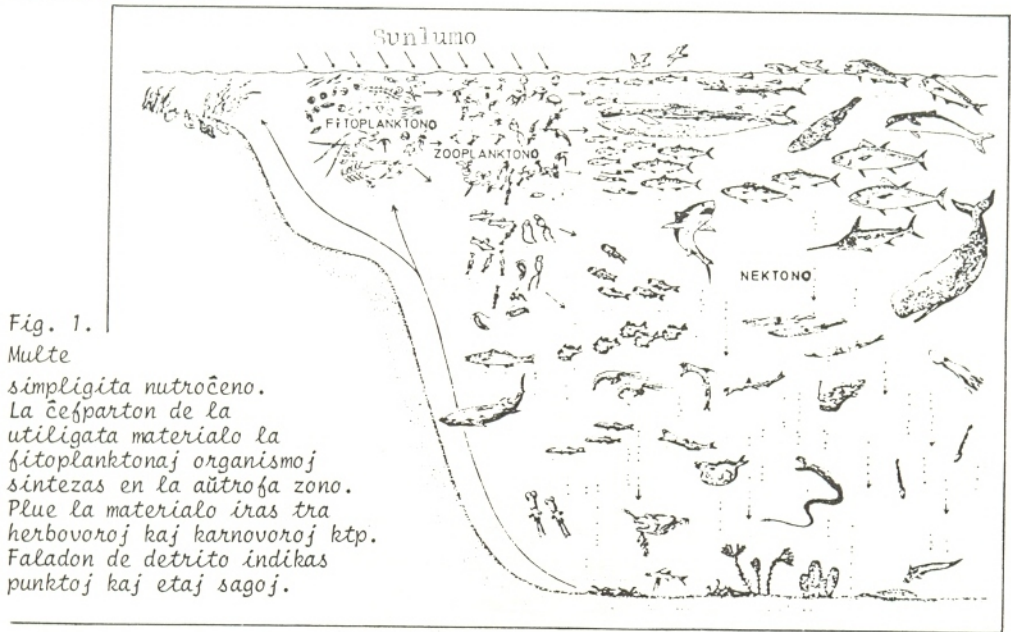


Fig. 1.

Multe

simpligita nutroĉeno.

La ĉefparton de la utiligata materialo la fitoplanktonaj organismoj sintezas en la aŭtrofa zono.

Plue la materialo iras tra herbovoroj kaj karnovoroj ktp.

Faladon de detrito indikas punktoj kaj etaj sagoj.

La fakto, ke la maraj unuagradaj produktantoj (vegetaĵoj) kaj animaloj vivas en medio, kie okazas altgrada maldensiĝo de la koncentriĝoj kompare kun la cirkonstancoj en kiuj vivas la surteraj produktantoj, necesigis al la vivaj organismoj en la maro gravajn ĝeneralajn specialiĝojn. Kiel ekzemplojn oni povas mencii la okulojn de kelkaj herbomanĝantaj animaloj, aŭ animalojn kun tre efikaj filtriloj, serĉiloj por nutraĵo k.t.p. Ĉiujn tiajn adaptiĝojn estigis la fakto, ke la vegetaĵaro en la maro, pro la apartaj cirkonstancoj, grandparte konsistas nur el organismoj de mikroskopaj dimensioj.

#### LA VIVO EN LA SUPRAJ AKVOTAVOLOJ

La bazo de vivo en la maro formiĝas en la supraj akvotavoloj, kien penetras la sunlumo. La dikeco de la akvotavolo, kie estas sufiĉe da lumo por ke la vegetaĵa planktono aŭ "fitoplanktono" povu fotosintezati, multe varias, kaj ĝi estas dependa de cirkulado, de vento, temperaturo kaj saleco. La plej gravaj grupoj de fitoplanktonaj organismoj estas kokolitoforoj, diatomeoj, dinoflageluloj kaj diver-

saj verdaj flageluloj. Multnombraj estas ankaŭ kelkaj tre malgrandaj specioj el aliaj grupoj; ili kutime estas komune nomataj nanoplanktono.

La konsisto de la fitoplanktono varias de loko al loko, de sezono al sezono, de jaro al jaro, ĝenerale ĝi estas relative komplika, kun multaj diversaj specioj. En diversaj marregionoj tamen ofte dominas difinitaj ĉefgrupoj kaj kelkaj difinitaj specioj. La jarsezonoj ofte influas la aperon de la fitoplanktono, abundiĝoj ordinare aperas, kiam nutraĵo amasiĝis, ekz. dum la printempo je la nordaj latitudoj, aŭ laŭ la bordoj, kiam akvo riĉa je nutraĵo supreniĝas ĝis la surfaco. La kvanto de fitoplanktono varias de grandegaj koncentriĝoj ĝis kelkaj unuopaj individuoj.

Eĉ se la fitoplanktonaj specioj troviĝas precipe en regionoj kun kondiĉoj, al kiuj ili estas adaptitaj, sendube ankaŭ aliaj faktoroj ol temperaturo, nutraĵo kaj lumo estas gravaj por la konsisto de la fitoplanktono. Multon oni ankoraŭ ne komprenas rilate al la meĥanismo, kiu aperigas diversajn speciojn sub diversaj kondiĉoj. Paŝtiĝantaj animaloj ofte sin paŝtas sur partikloj de difinita grandeco, tiel permesante al planktonoj de aliaj grandecoj kaj tipoj domini portempe. Ĥemiaj kromproduktaĵoj produktataj de iuj specioj eble malhelpas al aliaj specioj. Provizore ni scias malmulte pri ĉi tiuj specialaj meĥanismoj, sed en kelkaj okazoj ni sukcesis ekscii ion pri tiaj funkciadoj.

Kiel ekzemplon ni povas mencii, ke pli grandaj diatomeoj kaj flageluloj povas moviĝi per difinita rapideco tra la akvo. La diatomeoj ordinare malleviĝas, dum la flageluloj aktive naĝas supren al la lumo; sed ankaŭ la diatomeoj ja bezonas difinitan kvanton da lumo por efektiviĝi sian fotosintezadon. Tial oni povus atendi, ke la diatomeoj plej abundas en akvomasoj kun suprenirantaj moviĝoj, kaj ke ili statistike malaperas en regionoj, kie la surfacaj akvotavoloj kirliĝas, aŭ kie estas malmulte da supreniranta moviĝo. Kontraŭe la flageluloj povus esti statistike pli abundaj en malsupren moviĝantaj akvoj kaj pli koncentriĝantaj proksime al la surfaco en lokoj, kie estas malfortaj kirliĝoj kaj malsupreniranta akvomoviĝo. Tiaj efikoj efektive ŝajnas ekzisti.

En iuj apudkontinentaj, laŭbordaj regionoj la flageluloj povas atingi egajn koncentriĝojn ĉe la surfaco, kaj kiam ili komencas ombri unu la aliajn, ĉiu unuopa individuo klopodas pliproksimiĝi al la

surfaco. La koncentriĝo de la individuoj ĉe la surfaco povas tiam fariĝi tioma, ke la akvo, tra vastaj areoj, ekhavas ruĝan aŭ brunan koloron, laŭ la speco de pigmento en la koncerna specio. La koncentriĝo de flageluloj je tiaj "ruĝaj tajdoj" povas fariĝi tioma, ke ili limigas sian propran ekzistadon. Pluraj specioj de flageluloj plie povas fariĝi tre venenaj, kiam ili fariĝas pli aĝaj. Ĉi tio, aldone al aliaj specialaj cirkonstancoj, kaŭzas, ke kelkaj specioj povas produkti venenojn kaj kontribui al amasmorto de senvertebruloj kaj fiŝoj. La putroprocesoj post tiaj abundiĝoj kaŭzis tiomajn koncentriĝojn de hidrogensulfido, ke blankaj domoj malpuriĝis en la marbordaj regionoj.

Grandaj diatomeoj troviĝas precipe en regionoj kun suprenirantaj akvomoviĝoj, kaj ili povas teni sin dum preskaŭ senlima tempo en lokoj, kie la supreniranta akvomoviĝo proksimume egalas al ilia propra tendenco de malleviĝo. Diatomeaj ĉeloj tial estas statistike abundaj en ĉi tiuj regionoj, kaj la distribuo de diatomeoj ofte reflektas tion. La malleviĝo kaj la dependeco de suprenirantaj akvomoviĝoj kontribuas al la klarigo de ilia granda laŭnombra dominado kompare kun la pli movkapablaj flageluloj en tiaj regionoj. Ankaŭ diferencoj en adaptiĝo al fizikaj kaj ĥemiaj kondiĉoj subtenas tion ĉi.

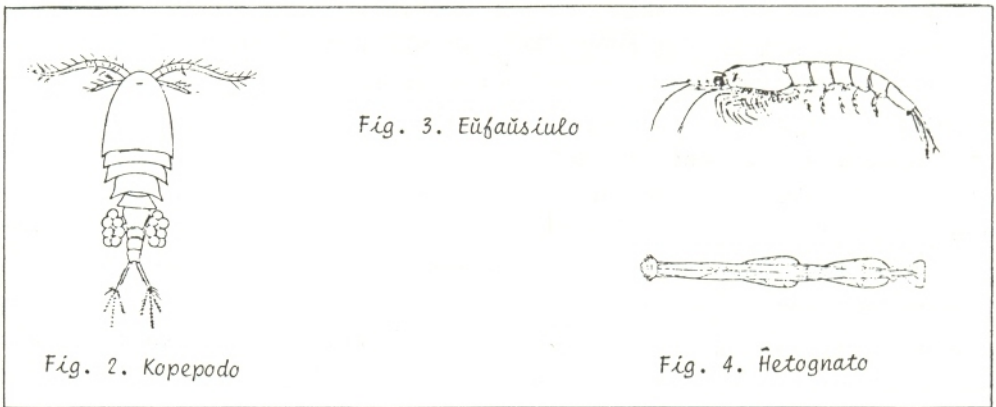
La menciitaj bazaj faktoroj grandparte limigas la vivon en la vasta maro, kaj per tio ankaŭ la kvanton de pli grandaj animaloj. Ĉi tiuj faktoroj kondukis al neatendite simplaj adaptiĝoj, ekz. la malleviĝo de la pli grandaj diatomeoj, kiel metodo por solvi la multajn problemojn pri interŝanĝado de nutraĵo kaj rubo kun la pli profundaj akvotavoloj.

#### ZOOPLANKTONOJ KAJ LA VERTIKALA MIGRADO

Paŝtiĝadon sur la fitoplanktono principe utiligas grupo de animala planktono aŭ "zooplanktono", kiu estas herbivoroj, tre neunueca grupo de bestetoj, kiuj kovras plurajn ŝtupojn en la nutroĉeno. Inter la plej gravaj zooplanktonaj organismoj troviĝas artropodoj, bestetoj kun ekstera skeleto. Al ĉi tiuj planktonaj artropodoj apartenas la tre abundaj kopepodoj, kiuj iel povas esti konsiderataj kiel la maraj ekvivalentoj al la insektoj sur la tero. La kopepodojn en la maro reprezentas proks. 7000 specioj, kiuj aperas ne nur kiel herbivoroj, karnovoroj aŭ detritomanĝantoj (t.e. animaloj, kiuj sin nu-

tras per morta organika substanco), sed ankaŭ kiel eksteraj kaj internaj parazitoj. 2000-3000 el ĉi tiuj specioj vivas en la vasta maro.

Inter la zooplanktono la salikok-similaj artropodoj havas la plej grandan vertikalan migremon. Inter ĉi tiuj ni trovas la Eŭfaŭsiulojn, precipe en malvarmaj maroj; ili formas la plej gravan parton de la nutraĵo de la Bartocetacoj (balenoj, balenopteroj k.a.). En la zooplanktono ni trovas ankaŭ Ĥetognatojn, kiuj estas tre disvastiĝintaj kaj abundaj, sed tamen ekzistas nur mirige malgranda nombro da specioj, proks. 50. Aliaj gravaj konsistigaj elementoj en ĉi tiu medio estas multspecaj larvoj, plie vermoj, meduzoj, gastropodoj, senpigmentaj flageluloj kaj multaj aliaj.



La ĉefa nutraĵo por la menciitaj organismoj estas tre malgrandaj partikloj, ekz. fitoplanktonaj. Por akiri sufiĉan kvanton la diversaj animaloj evoluigis pli-malpli efikajn aparatojn por filtrado de akvo, tiel ke ili povas kapti tiajn partiklojn.

La konsisto de la zooplanktono varias de loko al loko, de tago al nokto, de sezono al sezono, de jaro al jaro, eĉ se la plej multaj unuopaj specioj havas limigitan disvastiĝon kaj grandparte estas tre stabilaj laŭ la vivmaniero.

Zooplanktono, same kiel fitoplanktono, kompreneble estas dependa de regula alfluo de nutraĵo. Aldone ĝia apero devas konformiĝi al la bazo de nutraĵo, de kiu ĝi dependas, nome al la grandaj aŭ malgrandaj regionoj, kie la kvanto de fitoplanktono povas kovri ĝian bezonon. Ĉi tion oni povas nerekte demonstri per la rilato inter kvanto da zooplanktono kaj nutraĵo en surfaca akvo. Grandparte la kvanto da fitoplanktono unue pligrandiĝas, poste pligrandiĝas la kvanto da paŝtiĝanta zooplanktono, kaj fine la kvantoj de ambaŭ grupoj re-

duktaĝas ĝis ia minimumo. Laŭ tio la disvastiĝo de la zooplanktono devus akordiĝi kun tiu de la fitoplanktono, sed tiel ne ĉiam estas. Ekz., granda koncentriĝo de fitoplanktono ofte okazas kune kun malgranda koncentriĝo de zooplanktono. En plej multaj okazoj temas pri subitaj abundiĝoj, sur kiuj la zooplanktono ankoraŭ ne havis tempon paŝtiĝi; sed prezentiĝas ankaŭ teorioj pri efikoj de ĥemiaj reakcioj.

La koncentriĝo de pli grandaj zooplanktonaj organismoj kaj malgrandaj fiŝoj en la surfacaj tavoloj estas konsiderinde pli granda dum la nokto, ol dum la tago. Ĉi tiu fenomeno evidente havas unuavice "taktikan" kaŭzon, ili povas ĝui la avantaĝojn de du ĉirkaŭaĵoj: ili povas kapti la pli abundan nutraĵon ĉe la surfaco dum la mallumo, kio reduktas la riskon, ke ili mem kaptiĝu, poste ili povas dum la tago kaŝi sin en pli profundaj, malpli lumaj lokoj. Malpli grandaj planktonaj organismoj ofte praktikas tagnoktajn vertikalajn migradojn.

Aldone al la menciita unuavica kaŭzo ĉi tiu tagnokta vertikala migrado sendube havas ankaŭ aliajn efikojn. Ĝi ebligas al la individuoj akomodi sian mezan temperaturon, tiel, ke ili, pasigante la tagon en malpli varma akvo, reduktas sian metabolon. Eble ankaŭ la rapideco de la evoluo de la ovoj estas tiamaniere kontrolata. Plie oni prezentis konvinkajn argumentojn por tio, ke la vertikala migrado kontribuas al pli vasta toleremo de la animaloj. Ĉi tiuj formoj de vertikalaj moviĝoj ludas gravan rolon por la disvastiĝo de kelkaj specioj per kunagado de la migrado kaj la dumtaga brizefiko inter tero kaj maro. En pli profundaj tavoloj pligrandiĝas la efiko de kontraŭfluo, kio siavice ebligas al la organismoj ŝanĝi "paŝtejon", ekz. al regionoj kun pli abunda nutraĵo.

Eĉ relative malgrandaj detaloj povas doni grandajn avantaĝojn. La individuoj pasigas la tutan tagon en profundeco kun konstanta, relative malalta lumnivelo, kaj kie la moviĝo de la akvo ordinare estas alia, ol ĉe la surfaco. Multaj el ĉi tiuj migrantaj organismoj efektive povas komenci suprenirantan moviĝon se nur nubo pasas antaŭ la suno. Se ĉi tiuj organismoj venas en akvomason kun multe da ekz. fitoplanktono, kiu permesas al malpli da lumo penetri en la akvon, ili ekmoviĝas supren kaj tiel venas rekte en la "manĝujon". Migrante supren ili grandparte malpli forte drivas, ĉar la moviĝoj de la akvo estas malpli fortaj, kaj ili pli longe restas en la nutreriĉa regiono.

Por simpligi la aferon ni povas rigardi nur la disvastiĝon de fitoplanktono kaj zooplanktono, kiu en diversaj tempoj kaj lokoj,

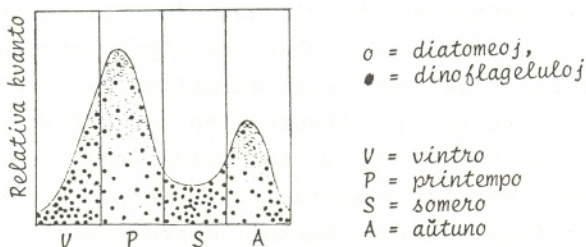


Fig. 5.  
La konsisto, rilate apeciojn, kaj la kvanto da fitoplanktono varias laŭ la sezonoj. La figuro montras skemon de jara variado sub oceanaj kondiĉoj.

per influo de diversaj faktoroj en la maro, povas rezultigi portempajn, sezondependajn aŭ daŭrajn populaciojn, kiuj dominas en la akvomasaĵoj.

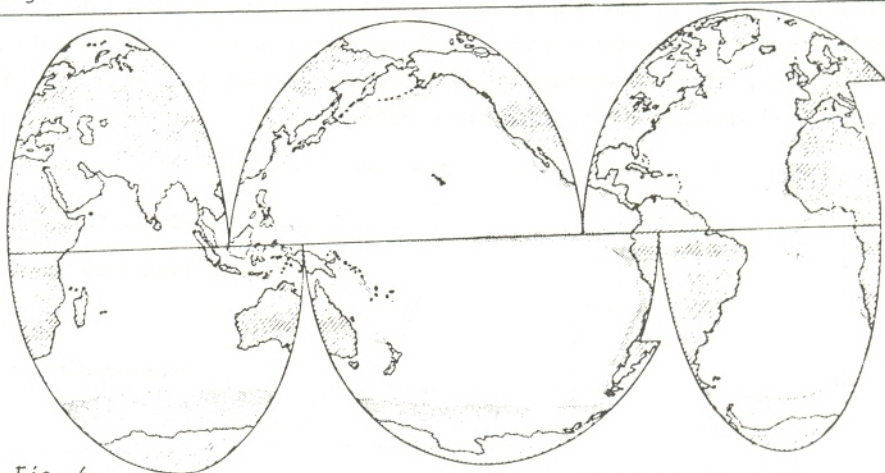


Fig. 6.  
Regionoj en kiuj oni povas atendi grandan produktadon (malhelaj) kaj moderan produktadon (pli helaj)

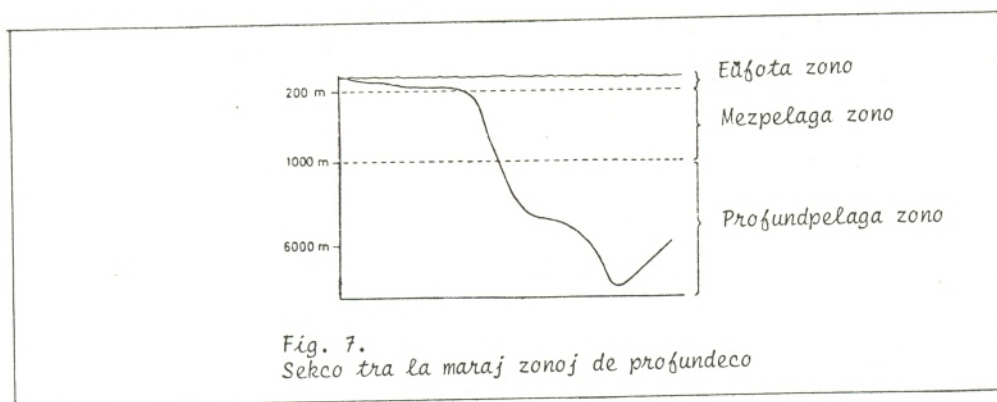
La principa nutroĉeno por pelagaj populacioj komenciĝas per la malgrandaj planktonorganismoj, kiujn utiligas pli grandaj herbovoraj kaj karnovoraj zooplanktonaj organismoj, kiujn siavice prenas malgrandaj fiŝoj kaj cefalopodoj, kaj ĝi finiĝas per la multaj diversaj karnovoraj pelagaj animaloj.

Ĝenerale, kun malmultaj esceptoj, ne estas multnombraj la "grandaj" herbovoraj animaloj en la pelaga nutroĉeno. Inter la esceptoj estas la haringo kaj parencaj al ĝi fiŝoj, kiuj povas konsumi fitoplanktonon kiel ĉefparton de sia nutraĵo. Tia adaptiĝo donas al ĉi tiuj fiŝoj multe pli grandan eblan nutraĵprovizon, ol havas la pli karnovoraj grupoj. Tial ne estas surprize, ke la pli-malpli herbovoraj fiŝoj dominas en la fiŝkaptado de la mondo.

La pelaga parto de la socio inkluzivas kelkajn el la plej grandaj kaj sukcesaj estaĵoj vivantaj sur la terglobo, ekz. tinusoj, korifenoj, flugfiŝoj, ksifioj, ŝarkoj, dentocetacoj, fokuloj, kaj la plej grandaj el ĉiuj, la bartocetacoj (balenoj, balenopteroj k.a.).

#### ALIAJ TAVOLOJ SUB LA SURFACO

Organika materialo en la malforte prilumataj tavoloj tuj sub la surfacaj tavoloj vivtenas malgrandajn populaciojn de fiŝoj kaj senvertebruloj, kiuj okupis ĉi tiun regionon. En la tiel nomata mezopelaga, kaj en la profundpelaga zonoj oni trovis kelkajn el la plej kuriozaj kaj strangege aspektantaj estaĵoj, kiuj ekzistas, de la plej evoluintaj, fortaj predantoj, kiel dentocetacoj kaj ksifioj, ĝis diversspecaj cefalopodoj, lumantaj fiŝoj k.t.p.



En la mezopelaga zono, kien penetras iomete da sunlumo, la fiŝoj ofte estas "ombrumitaj", t.e. ili estas pli malhelaj sur la dorsa flanko, ol sur la ventra, same kiel la fiŝoj vivantaj en la surfacaj tavoloj. Multaj el la animaloj en ĉi tiu preskaŭsenluma zono praktikas tagnoktan migradon, supren al la surfaco vespere kaj nokte, malsupren matene kaj tage. En pli grandaj profundecoj, 800-1000 m.



kaj pli, la animaloj ordinare havas pli malhelajn pigmentojn, ili estas malpli fortaj kaj adaptiĝintaj al specialaj metodoj por preni nutraĵon. Allogado de predo per diversaj lumteĥnikoj, makzeloj kaj stomakoj tre plivastigeblaj, estas ordinaraj adaptiĝoj. Sed ĝenerale ĉi tiu estas socio de etuloj, kie la individuoj malofte estas pli ol 20 cm. longaj, dum pli grandaj fiŝoj en ĉi tiu socio ĝenerale havas tre reduktiĝintan muskolaron kaj estas malfortaj.

Fig. 8.

Fiŝo kun lumantaj organoj (blankaj punktoj)

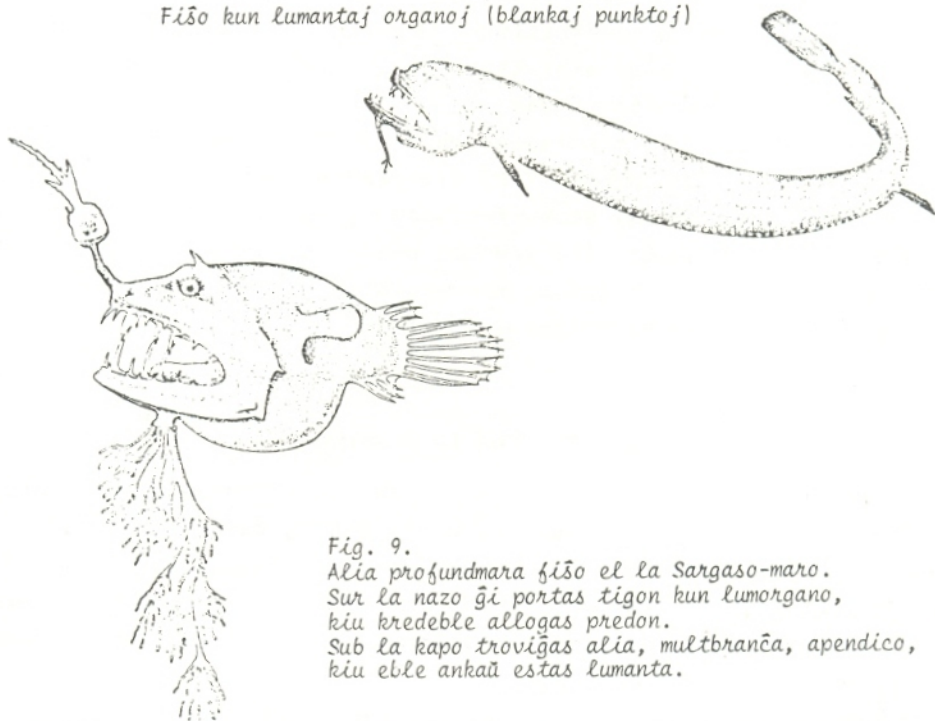


Fig. 9.

Alia profundmara fiŝo el la Sargaso-maro. Sur la nazo ĝi portas tigon kun lumorgano, kiu kredeble allogas predon.

Sub la kapo troviĝas alia, multbranĉa, apendico, kiu eble ankaŭ estas lumanta.

Ekzistas tamen ankaŭ kelkaj pli grandaj, pli fortikaj kaj aktivaj fiŝoj en ĉi tiu zono, eĉ se ili malofte kaptiĝas per ordinaraj kaptiloj. Oni eksciis pri la ekzisto de ĉi tiuj animaloj per la studo de la enhavo de stomakoj de ekz. kaĉalotoj kaj ksifioj. Tiuj animaloj evidente estas relative maloftaj, sed tamen sufiĉe multnombraj por allogi la menciitajn rabobestojn, eĉ se ĉi tiuj posedas alte evo-

luintan ĉaso-"sonaron". La kaĉaloto ekz. povas sensi predon en distanco de pli ol 1 km. per sia organika sonarsistemo, pri kiu, cetero, oni tre malmulte scias.

Eĉ se ne malmultaj el la organismoj vivantaj en aŭ proksime al la surfacaj tavoloj povas elsendi lumon, tamen nur en la profundpelaga zono la organika lumkapablo aŭ "bioluminesko" atingis sian plej grandajn disvastiĝon: proks. du trionoj de la specioj vivantaj tie produktas lumon. En kelkaj okazoj la lumproduktantaj organoj havas tute klaran funkcion. Kelkaj fiŝoj kaj krustuloj havas ricevilon por elsendata lumo, preskaŭ same komplikitan kiel okulo. La funkcioj plej ofte kovrataj de ĉi tiu kurioza fenomeno estas reproduktiĝo kaj defendo. La organismoj povas trovi unu la alian per la elsendado de lumo, aliflanke subita lumekbrilo povas fortimigi atakanton. Sed verŝajne ĉi tiu lumkapablo ampleksas ankaŭ aliajn funkciojn, pri kiuj ni tamen hodiaŭ malmulton scias.

La denseco de la populacioj en la profundpelaga zono ne estas impona. Troviĝas tie proks. 2000 diversaj specioj de fiŝoj; ankaŭ multaj el la vere grandaj senvertebruloj vivas en ĉi tiu zono. Tamen nur tre malmultaj el ĉi tiuj specioj estas ordinare renkontataj tra pli vastaj regionoj. La kaŭzoj de eventualaj barieroj kontraŭ disvastiĝado provizore estas malmulte konataj.

#### LA VIVO SUR LA MARFUNDO

Sur la marfundo mem en la profundaj regionoj la cirkonstancoj tre malsimilas al tiuj en la akvomasoj. Sur la fundo vivas i.a. diversaj grandaj, fiksitaj senvertebruloj, kiuj filtradas detriton el la akvo. Inter ĉi tiuj animaloj troviĝas grupoj, kiuj eble apartenis al la unuaj vivantaj estaĵoj sur la tero, ekz. sponguloj, krinoideoj (marlilioj) kaj brakpieduloj.

Ĝis antaŭ ne tre longa tempo oni imagis, ke la fundo de la pli profundaj marregionoj estas tre malriĉa je vivantaj organismoj. Ĉi tion oni supozis, ĉar ilia sola fonto de nutraĵo estus la malabundaj restaĵoj el la supraj akvotavoloj, la materialo, kiu pasis tra ĉiuj populacioj de la surfaco malsupren. Tiun materialon utiligus plu la pasivaj populacioj sur la fundo, precipe "filtrantoj", ĉar la restanta nutraĵo apenaŭ povus vivteni pli ol tre malgrandajn aktivajn populaciojn.

Moderna esplorado nun rezultigis dubon pri tio, ĉu la fundo ricevas nutraĵon nur en lamenciita maniero. Relative granda nombro da aktivaj fiŝoj kaj aliaj organismoj vivas sur aŭ proksime super la fundo en vere granda profundeco. Fotografilo kun lumo, utiligita i.a. ekster la bordo de Kalifornio en profundeco de 1400 m., preskaŭ tuj allogis animalojn en parte grandaj kvantoj, precipe diversajn longvostajn fiŝojn. Sekve estas probable, ke diversaj sendependaj branĉoj de la nutroĉeno provizas la marfundojn per la necesaj nutraĵoj. Temas unue pri la ĉiama "pluvo" de detrito el la pli supraj tavoloj, kaj due pri alfluo de pli grandaj nutraĵpartikloj ne utiligitaj de la populacioj en la pli alte situantaj zonoj. Tiaj malpli oftaj alfluoj povas inkluzivi mortintajn balenojn, grandajn ŝarkojn kaj aliajn fiŝojn aŭ fragmentojn de tiuj. Lastatempe ankaŭ rubo el ŝipoj kaj viktimoj de subakvaj eksplodoj aldonis ankoraŭ pli grandan bazon de nutraĵo por vivo sur la marfundo en grandaj profundecoj. Konsekvence ni povas atendi trovi populaciojn de aktivaj animaloj, kaj tiajn ni efektive trovas.

La akvopremo en tiaj grandaj profundecoj ŝajnas en si mem ne esti malhelpaĵo por la animaloj. Por la plimulto la profundec-limo dependas precipe de la malalta temperaturo, de la mallumo kaj de la relativa malabundo de nutraĵo. Tial ne estas mirige, ke fiŝoj ordinare trovataj je pli altaj latitudoj, kiuj estas adaptitaj al malvarma kaj malluma akvo, vivas multe pli profunde en pli sudaj regionoj, se entute ili troviĝas tie. Specioj ordinare trovataj en la surfacaj tavoloj en nordaj regionoj, ekz. apud Kalifornio, troviĝas en profundecoj de 400-2000 m.; temas pri kelkaj ŝarkoj kaj aliaj fiŝoj. Montriĝis, ke specioj, konsideritaj kiel arktikaj, troviĝas en malluma, malvarma akvo en multaj diversaj marregionoj, eĉ en tropikaj lokoj; sed ili estas pli ofte observataj kaj kaptataj je pli nordaj latitudoj, ĉar ili ĉi tie troviĝas en la surfacaj akvotavoloj.

Rilate al la vivo sur la marfundo kelkaj specialaj aferoj estas menciindaj. La fundo mem estas multe pli varia substrato, ol la akvomasso super ĝi, tiel ke ekzistas multe pli da ekologiaj niĉoj okupeblaj flanke de diversaj organismoj. Aldone al la granda variado de la surfundaj ĉirkaŭaĵoj ekzistas ankaŭ pluraj fundamentaj kondiĉoj, kiuj influas la animalojn, kiuj devas vivi tie. Ekz. la malabunda kvanto da nutraĵo venanta de supre koncentriĝas sur la marfundo, eb-

le ĉi tiu materialo ankoraŭ pli koncentriĝadas per la horizontalaj marfluoj laŭ la fundo. Tiaj fluoj ĉiam ekzistas en pli grandaj profundecoj.

En la akvomasso la animaloj tie vivantaj devas aktive serĉadi nutraĵon, kaj por tiu aktivado ili uzadas iom el sia propra provizo de energio. La animaloj, kiuj vivas en surfundaj sedimentoj aŭ estas fiksitaj al la fundo, kontraŭe, ordinare filtradas akvon aŭ sedimenton, kaj tiel havigas al si nutraĵon per minimuma aktivado.

#### SPECIALAJ DEMANDOJ

Vere perfektan, apartan medion la maraj organismoj kreis per la koralrifoj. Per ĉi tiuj unikaj konstruaĵoj multaj organismoj atingis adaptiĝon tute escepte sukcesan. La priskribo de la strukturo de la koralrifoj kaj de la diversaj socioj ekzistantaj en ĉi tiu medio bezonus apartan prelegon.

La koralrifoj estas vivanta monumento pri la sukceso, kiun havas tre komplikita, sed bele ekvilibra socio. Ĉi tiu socio, aŭ "biocenozo" konsistas el fiŝoj, senvertebruloj kaj vegetaĵoj, krom el koraluloj, sin nutrantaj precipe per la jam menciitaj avantaĝoj, kiujn havas surfundaj populacioj. En ĉi tiu socio ĉiu unuopa strukturero fariĝas kvazaŭ granda, aparta biotopo aŭ habitato.

Multo ankoraŭ restas nekonata kaj esplorinda rilate strukturon kaj ekologion de koralformacioj. Aldone al la komplikitaj rilatoj inter la "enloĝantoj" leviĝas multaj demandoj, kiel ekz.: Ĉu la efikoj de la maroj de pli fruaj epokoj povas esti "legataj" el la koralformacioj? Kiuj eblecoj ekzistas por utiligo de ĉi tiuj regionoj?

Kompreneble restas multo por lerni pri la vivo de maraj vegetaĵoj kaj animaloj, pri la bazo de la nutroĉeno, pri produktado, pri populacioj, disvastiĝoj k.t.p., kaj pri la reciprokaj efikoj inter ĉi tiuj faktoroj. Aldoniĝas efikoj, kiujn ni trudas al la maro per artefare kaŭzitaj akvomoviĝoj, polucio, kulturado, kaj antaŭ ĉio per la efiko de la fiŝkaptado. Por lerni ĉi tiujn procesojn, ni devas kompreni ne nur la ĉefprincipojn, sed ankaŭ laŭeble multe la detalojn de la mara vivmedio.

Malmulton ni scias hodiaŭ ekz. pri tio, kiel okazas la evoluo de novaj specioj en tia medio, kia estas la maro, kie ekzistas tiom malmulte da evidentaj barieroj por la disvastiĝo de specioj. Tiusen-

ce estas grave atenti pri la ekzisto de neatenditaj ekologiaj niĉoj, kie provizora izoliĝo povas kaŭzi estiĝon de novaj specioj.

Precize kiel tio okazis ĝis nun, ankaŭ en la estonteco la esploristoj sendube trovos nekonatajn speciojn, speciojn, kiujn oni supozis malaperintaj, aŭ novajn gravajn grupojn. Lernante ĉiam pli multe pri la kondiĉoj, kiuj kontrolas ekz. la disvastiĝadon, ni iom post iom kapablos "legi" la paĝojn de la marbiologia, oceanografia kaj meteorologia historio de la ter-globo, kiel ili prezentiĝas al ni en sedimentoj k.t.p.. Ni eble ekscios pli multe pri la estiĝo de atmosfero, en kiu ni povas spiri kaj pri la produktiĝo de oleo. Per tiaj scioj ni eble sukcesos pligrandigi niajn sciojn pri la vetero, la maro kaj la biologio, kaj eble eĉ regi ĉi tiujn por la bono de la homaro.

Ankaŭ scio de pli speciala tipo povus ekhavi gravan praktikan signifon. Ekz. la submergiĝa fiziologio de maraj mamuloj eble povus klarigi la samajn fiziologiajn procesojn en surteraj animaloj, en oksigen-problemoj, dum naskiĝoj k.t.p.. Eble oni povus per la helpo de maraj vegetaĵoj fari la t.n. salajn lagojn fruktodonaj, ĉar montriĝis, ke kelkaj maraj vegetaĵoj kapablas sensaligi regionojn pere de sunenergio.

La eblaj avantaĝoj el pli bona kono pri la biologio de la maro estas sennombraj, sed sendube plej grave estus povi kontroli la tutan sistemon por la bono de ni mem, kaj ne detrui nian propran vivbazon per polucio, senprudenta fiŝkaptado kaj aliaj pli-malpli pri-pensitaj faroj.