

Et globalt perspektiv på opløst organisk stof (DOM) og havets mindste organismer

Af projektleder, seniorforsker, adjungeret professor, ph.d. Stiig Markager, DMU

Gennemgående projekt

Formål

Projektets formål har været at undersøge forekomst og egenskaber af opløst organisk stof i havet samt at kvantificere den mikrobielle omsætning af dette stof.

Deltagelse på Galathea 3

Projektet har været repræsenteret fra start til slut på ekspeditionen. Der har været mellem én og fem projektdeltagere om bord på de forskellige togten. I alt har projektet haft 641 forskerdage om bord i løbet af ekspeditionen fordelt på 14 projektdeltagere.

Deltagere

DMU: Stiig Markager, Winnie Martinsen, Colin Stedmon, Gunni Ærtebjerg, Anne Sophie Berendt. KU-FBL: Morten Søndergaard, Theis Kragh, Nils Willumsen og Marie Louise Schrøter. KU-MBL: Mathias Middelboe, Anni Glud. Kalmar Universitet, Sverige: Karin Holmfeldt. EAWAG, Schweiz: Manuella Filippini. Niels Steensens Gymnasium: Ole Schou Hansen.

DMU – Danmarks Miljøundersøgelser, Afdeling for Marin Økologi

KU-FBL – Københavns Universitet, Ferskvandsbiologisk Laboratorium

KU-ML – Københavns Universitet, Marinebiologisk Laboratorium

Ekspeditionens forløb

Generelt er ekspeditionen forløbet over al forventning. Vi har undervejs indsamlet vandprøver fra 1.106 forskellige stationer og dybder, fordelt på 128 prøver fra dybe CTD-kast (maksimum dybde over 400 m), 770 prøver fra lave CTD-kast (til bunden eller 400 m) og 128 prøver fra vandindtaget under skibets bund. På en række af prøverne er der udført forsøg, som beskriver nedbrydningen af DOM (*Dissolved Organic Matter*) over kort tid, mellem 12 og 20 dage (se fig. 1), og over lang tid (150 dage). Fra disse forsøg er der udtaget 1.183 prøver. I tillæg er der indsamlet prøver fra enkelte vandløb,

udført forsøg med produktion og nedbrydning af virus og en række andre mindre forsøg. I alt er der i dag udtaget 2.421 prøver, hvilket er omkring 50 % flere end forventet inden ekspeditionen. I tillæg er der målt 99 profiler af ultraviolet lys i vandsøjlen. Desuden har vi en næsten kontinuerlig måleserie fra hele togtet af fluorescens fra vandindtaget under skibet.

Generelt er prøvetagning og analyser forløbet meget tilfredsstillende. For en række af analyserne var vi ikke sikre på, om apparaturets følsomhed ville være god nok til at registrere de meget lave koncentrationer, som forekommer i de mest næringsfattige dele af oceanerne. Foreløbige analyser viser, at dette ikke har været noget problem.

Undervejs har problemer med den lange CTD-wire på sidedækket i nogen grad begrænset projektets udbytte. På strækningen fra Færøerne til Tasmanien fik vi således kun et begrænset antal prøver fra dybder over 400 m. Desuden har det ikke været muligt fast at anvende det multikanalsfluorometer, som var planlagt til at være en integreret del af alle CTD-kast. Når tiden tillod det, er det dog blevet anvendt til at måle fluorescensprofiler på en række stationer vha. wiren på agterdækket.

Bortset fra den lange wire til CTD'en har alt udstyr, alle procedurer og laboratoriecontaineren fungeret særdeles tilfredsstillende.

Projektets status

De fleste prøver blev analyseret om bord. Disse data er hjembragt og sikret på servere på Københavns Universitet og DMU og afventer, at vi går i gang med dataanalyser. En række prøver fra nedbrydningsforsøg befinder sig på DMU og måles løbende indtil september måned, hvor de sidste forsøg over 150 dage afsluttes. Eneste prøvemateriale, som er hjembragt, er 1.054 prøver af opløst organisk kulstof. De er alle kommet velbeholdent hjem og er ved at blive analyseret. Vi kender således ikke den endelige kvalitet af det materiale endnu, men vi forventer ikke, at det giver anledning til problemer, idet vi har udført denne type analyser i tidligere projekter.

Projektet har fået et helt unikt datamateriale for forekomst, sammensætning og omsætning af DOM fordelt på over 1.100 prøver fra alle typer af marine økosystemer rundt om hele kloden. Takket være et samarbejde med andre af projekterne på ekspeditionen har vi også adgang til en lang række data, som kan understøtte vores analyse af de forhold, som bestemmer koncentrationer, labilitet, optiske egenskaber og omsætningsveje af opløst organisk stof i verdenshavene.

Formidling

Undervejs er projektets formål, faglige perspektiver og resultater blevet formidlet af projektets deltagere i samarbejde med de ombordværende journalister og på pressemøder for den lokale presse. Desuden er der afholdt følgende foredrag:



Projektleder Stiig Markager måler ultraviolet lys i vandsøjlen ud for Broome i Nordaustralien. Bemærk, at vandet er meget blåt, hvilket viser, at indholdet af opløst organisk stof er meget lavt. Foto: Winnie Martinsen



Specialestuderende Anne Sophie Berendt sorterer prøver med opløst organisk kulstof på vej over det Indiske Ocean. Hver prøve består af to separate rør med 15 ml prøve, konserveret med saltsyre. Foto: Stiig Markager



Mathias Middelboe viser journalist Puk Damsgård, hvordan en klar ring omkring en bakteriekoloni viser, at en virus har hæmmet fremvæksten af bakterier i et forsøg udført i samarbejde med projektet *Roseobacter-bakterier – havets stjerner*. Billedet er fra container 6 på vej over det Indiske Ocean. Foto: Stiig Markager

1. 17. august 2006: *Havets muld eller Et globalt perspektiv på opløst organisk stof og verdens mindste organismer*. Stiig Markager m.fl., Nordens Hus, Færøerne.
2. 8. december 2006: *Galathea 3 - Eventyr, videnskab, formidling og forskningspolitik*. Stiig Markager. Miljøministeriet, Departementet.
3. 10. februar 2007: *A global perspective on dissolved organic matter (DOM) in the sea*. Stiig Markager m.fl., VÆDDEREN. Offentligt foredrag for chilenske forskere.
4. 13. april 2007: *A global perspective on dissolved organic matter (DOM) and the smallest organisms in the sea*. Stiig Markager m.fl. Foredrag på Woods Hole Oceanographic Institution, Boston, USA.
5. 9. maj 2007: *Om at være med på Galathea 3 - Powerpoint og fortælling*. Winnie Martinsen. Bjergmarksskolen i Holbæk.
6. 17. oktober 2007: *Om at være med på Galathea 3 - Powerpoint og fortælling*. Winnie Martinsen. Sct. Georgs Gilderne i Farum.
7. Oktober 2007: *Foredrag om at være med på Galathea 3 og hvilke resultater forventer projektet at få*. Winnie Martinsen. DL-F København/Privat
8. Foredrag af Anni Glud i DL-F/HK Nordsjælland
9. Foredrag af Marie Louise Schrøter i Lions Hørsholm

Endvidere er projektet og foreløbige resultater beskrevet i artiklen:

Drejet, L. & M. Middelboe (2007). *Ny viden om virus' betydning for jordens kulstofomsætning*. Dansk Kemi 88: 11-13.

Beretninger om forberedelserne og selve ekspeditionen er bragt i laboranternes fagblad *Laboranten*:

August 2006: *Før Galathea 3-togtet*. Winnie Martinsen. DL-F/HK LABORANTEN.

December 2006: *På togt med Galathea 3*. Winnie Martinsen. DL-F/HK LABORANTEN.

Juni 2007: *Afslutningen på Galathea 3-ekspeditionen*. Winnie Martinsen. DL-F/HK LABORANTEN.

Videnskabeligt udbytte – resultater

Det er endnu for tidligt at vurdere resultaterne og det videnskabelige udbytte af projektet. Den egentlige analyse af resultaterne afventer, at alle prøver er målt i laboratoriet. Over de næste måneder vil vi primært arbejde med at måle de resterende prøver, kvalitetssikre data og udføre den indledende databearbejdning.

Resultaterne vil først og fremmest blive analyseret ud fra projektbeskrivelsens hovedformål – at lave en global analyse af forekomst og egenskaber af opløst organisk stof og relationer til fytoplankton, bakterier og virus samt klima, hydrografi og biologi. DOM-puljens betydning for kulstofomsætningen på Jorden og dermed fremtidens klima vil også være et centralt emne i analysen. Da DOM udgør omkring 40 % af alt omsætteligt (dvs. minus kulstof bundet i lagrene af gas, olie og kul i undergrunden) organiskbundet kulstof på Jorden og over 97 % af det organiske stof i havet, er små forskydninger i puljen potentielt af meget stor betydning for fremtidens miljø.

Undervejs har vi gjort en række lovende observationer, som vi nu undersøger nærmere. F.eks. har vi i mange af prøverne observeret, at tilsætning af næringsstoffer til prøver af filtreret havvand stimulerer nedbrydningen af DOM (fig. 1).

En anden interessant observation er, at der under nedbrydning af DOM dannes en række farvede forbindelser. Vi har derfor i nogle af nedbrydningsforsøgene udvidet prøvetagningen med en række optiske målinger, så vi kan beskrive dette fænomen i detaljer, idet vi mener, at dette er en ny opdagelse.

Under hele ekspeditionen blev der, i samarbejde med projektet *Roseobacter-bakterier – havets stjerner*, udtaget prøver til isolering af bakteriofager, dvs. virus, der slår bakterier ihjel og dermed potentielt kan hæmme specifikke sygdomsfremkaldende bakterier. Formålet med dette delprojekt var at undersøge muligheden for at bruge bakteriofager i bekæmpelsen af sygdomsfremkaldende bakterier i akvakultur. Det er indtil videre lykkedes at isolere virus mod bakterien *Vibrio anguillarum*, en bakterie, der forårsager store problemer med syge fisk i akvakultur.

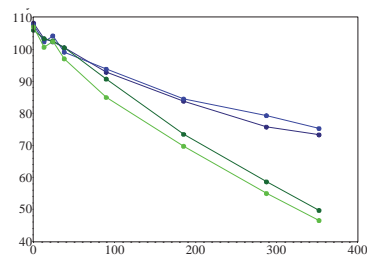


Fig. 1. Iltforbrug over tid (timer) i fire prøver med filtreret havvand. Der er tilsat uorganiske næringsstoffer til de grønne kurver. Disse har et større iltforbrug efter godt 90 timer, hvilket kan indikere, at nedbrydningen af DOM i naturligt havvand i nogle områder er begrænset af uorganiske næringsstoffer.



Vandprøve fra Antipode Island med et ekstremt højt indhold af farvet opløst organisk stof, muligvis det højeste, som hidtil er målt. Foto: Stiig Markager

Som et kuriosum kan nævnes, at vi på ben 12 fik et par vandprøver fra Antipode Island. Antipode Island er en lille isoleret klippeø sydøst for New Zealand midt i det Sydlige Ocean. Prøverne var helt kaffebrune, og efterfølgende målinger viste en ekstremt høj forekomst af farvet DOM i prøver. En foreløbig gennemgang af litteraturen tyder på, at disse prøver har det højeste indhold af brune humusstoffer i naturligt forekommende vand, som hidtil er beskrevet i den videnskabelige litteratur.

Konklusion

Vi er særdeles tilfredse med forløbet af ekspeditionen og projektets udbytte. Det har givet et større udbytte end forventet ud fra planerne takket være en meget dedikeret indsats af VÆDDERENS besætning og en høj grad af fleksibilitet under afviklingen af togtet. Vi har således fået et særdeles omfattende og spændende datamateriale, som antagelig kan omsættes til en række vigtige afhandlinger i årene fremover og medvirke til at beskrive DOM-puljens betydning for fremtidens klima. Vi arbejder lige nu med de sidste målinger og kvalitetssikring. Dette arbejde er sikret finansiering. Vi arbejder endvidere på at skaffe finansiering til det fremtidige analysearbejde fra forskellige kilder.