

Stort kamskjell *Pecten maximus* lever på sandbunn, delvis nedgravd med sin flate skalldel i flukt med sedimentoverflaten (Figur 6.54). Arten har eksistert i havet i mange millioner år og finnes nå fra Marokko i sør til Lofoten i nord, på dyp fra like under tidevannssonen til flere hundre meter. Skjellarten regnes i dag som en lovende oppdrettsart. Når kamskjellet vokser, avsettes det daglige vekstsoner på skalloverflaten. Disse sonene inneholder lesbar informasjon om det omgivende vannets fysiske og kjemiske egenskaper fra dag til dag. Dette gjør kamskjellet til en effektiv biologisk datalogger som kan gi detaljert informasjon om miljøforholdene fra den gang og det sted skjellet levde. Nye kunnskaper om hvordan miljøet påvirker et skalls vekstmønster og kjemiske sammensetning har gjort det mulig å lese og tolke stadig flere detaljer. Analyser av meget gamle kamskjell kan gi data til tidsserier for jordas klima i forhistorisk tid.

Skalldannelse

Figur 6.55 viser overflaten av et stort kamskjell. Skalldannelsen skjer ved at celler i skallens ytterkant skiller ut daglige porsjoner med skallmateriale som legger seg utenpå hverandre i atskilte vekstsoner. Dette gir de typiske ringformede vekstsonene som er vist i forstørrelse på Figur 6.56. Skallet oppnår stor mekanisk styrke ved å danne buede “ribber” som stråler ut i vifteform fra et felles vekstsenter.

Vekstsonene er lettest å observere på de sist dannede deler av skallet og i gropene mellom de utstrålende ribbene. Avstanden mellom hver sone varierer fra 50 til 300 μm . Avstanden måles lettest på en dataskjerm ved hjelp av digital bildebehandling. Målingene blir mer nøyaktige dersom man på forhånd etser bort slitte vekstsonetopper. På innsiden av skallet ligger kappfolden hvor en finner skjellens mange øyne og et stort antall sensoriske tentakler.

Dannelse av daglige vekstsoner

Flere undersøkelser av skalldannelse hos kamskjell viser at det dannes en ny ring hver dag. Vi vet at skallveksten stopper helt opp om vinteren, og det

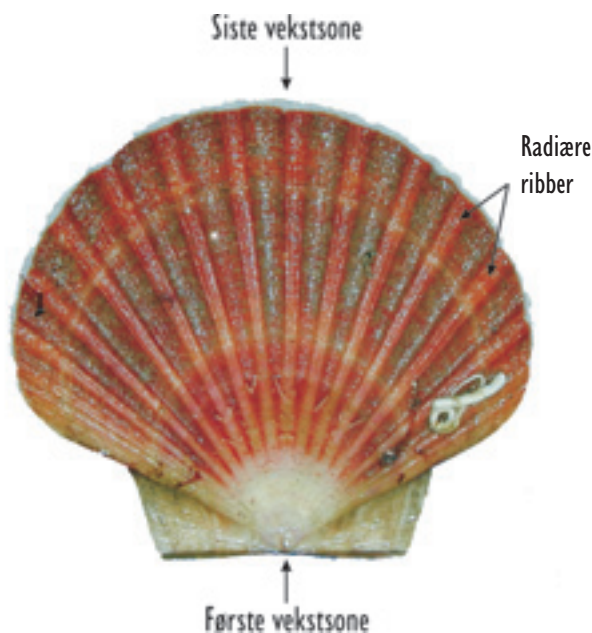


Figur 6.54

Kamskjellet *Pecten maximus* lever delvis nedgravd i sedimentet.

The great scallop Pecten maximus partly recessed in the sediment.

ser ut til at det fra første dag med skallvekst om våren til siste dag med skallvekst om høsten blir lagt ned en ring hver dag. Veksthastigheten mellom ringene bestemmer avstanden. Dette betyr at vi kan rekonstruere daglig skallvekst i sann tid gjennom en vekstsesong. Figur 6.57 viser hvordan vi med utgangspunkt i kjent dag for innsamling av kamskjellet og målt avstand mellom ringene fra siste avsatte ring, kan konstruere en vekstkurve tilbake til starten på vekstsesongen. Profilen på denne vekstkurven, dvs. endring i avstand mellom ringene gjennom vekstsesongen, varierer, men gjennomgående er de første ringene som dannes om våren meget tett inntil hverandre. Disse gir ofte en liten fargeforandring og en liten forhøyning på skalloverflaten. Denne ringen omtales ofte som årring og kan hos kamskjell benyttes til sikker aldersbestemmelse. Vekstprofilen gjennom resten av vekstsesongen viser oftest et typisk forløp med hurtig økning i skallvekstrate tidlig på sommeren, fulgt av avtakende vekstrate fremover høsten. Vekstringer kan avleses på hele skalloverflaten tilbake til første leveår.



Figur 6.55

Overflaten til et stort kamskjell. Skallet vokser i vifteform ut fra et vekstsenter (første vekstzone). I vekstperioden avsettes skallmaterialet i daglige vekstsoner som legger seg i konsentriske ringe etter hverandre.

The surface of great scallop. The shell grows in a fan shaped pattern by adding concentric ridges from a central growth centre (first growth zone).

Kunnskap om vekstmønster er viktig

Kunnskapen om vekststrategi for kamskjell fra ulike deler av utbredelsesområdet utgjør et viktig grunnlag for anvendelsen av kamskjell som miljøindikator. Skallvekst hos kamskjellet endrer seg med alder og er forskjellig i ulike deler av utbredelsesområdet. Gjennom et samarbeid med Universitetet i Bretagne (Frankrike), deltar Havforskningsinstituttet i studier av vekststrategi hos kamskjell i hele utbredelsesområdet for arten. Antall dager med vekst i løpet av året, dvs. lengden på vekstsesongen, avtar med økende alder, og det synes som om vekstsesongens lengde avtar raskere sørover i utbredelsesområdet. Unge kamskjell i Frankrike har lengre vekstsesong enn unge kamskjell i Norge, mens det for de eldre skjellene (> 4 år) er motsatt. I de sørlige bestandene avtar også maksimal veksthastighet (stor avstand mellom ringene) med økende alder, mens vi i norske bestander observerer maksimal vekstrate i det andre og tredje leveår.

En begrensning i bruk av vekstsoner hos kamskjell til aldersbestemmelse er at det kan oppstå avvik fra den typiske skalledannelsesrytmen. Dette er blant annet påvist i laboratorieundersøkelser hvor skjellene ble håndtert før forsøkene, og i situasjoner der skallet var

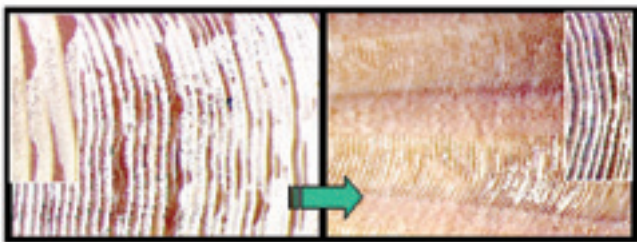
påført en fysisk skade eller der miljøforholdene hadde vært ekstreme. Taskekrabbe (*Cancer pagurus*) er et rovdyr på kamskjell som må knuse skallet med klørne for å kunne spise skjellet. Ved mislykkede angrep hvor skallkanten skades er det vist at skalledannelsen stopper i flere dager før den gjenopptas på samme nivå som før skaden ble påført.

Kamskjell som har vært dyrket i kasser eller nett, vil ved bevegelse og kollisjoner med andre skjell eller kassevegg få forstyrret skalledannelse. Dyrkede skjell er derfor ofte uegnet for vekstringundersøkelser. Ved analyse av vekstsoner hos kamskjell er det derfor viktig å ta i betraktning at den daglige skalledannelse hos kamskjell lett påvirkes av fysiologisk stress (håndtering) eller ekstrem miljøpåvirkning. Vekstsoneanalyser bør derfor bare foretas på skadefrie skjell med normalt vekstmønster.

Miljøets påvirkning på daglig skallvekst

Kamskjell som temperaturindikator

Hos kamskjell fra Vestlandet er det påvist en klar sammenheng mellom redusert daglig skallvekst om sommeren og oppstrømning av kaldt dypvann. Episoder med oppstrømning av kaldere dypvann



Figur 6.56

Vekstsonene på skalloverflaten hos kamskjell kan gi detaljert informasjon om vekstforløpet. På venstre halvdel av bildet vises nydannede vekstsoner som ikke har vært utsatt for slitasje. Høyre halvdel viser skall som er behandlet med syre, slik at toppen av vekstsonene er løst opp. På syrebehandlede skjell kan bredden på vekstsonene måles mer nøyaktig. Innfelt helt til høyre: Gamle vekstsoner på en slitt skalloverflate. Foto: Laurent Chauvaud.

The growth ridges on the shell surface hold detailed information about growth patterns in scallops. Left: Recently formed ridges. Right: Etched ridges. Etched ridges can be measured more precisely than non-treated ridges. Inserted right: Typical old scallop surface.

er relativt vanlig på Vestlandet om sommeren, og forårsakes av sterk vind fra nord som skyver overflatevannet ut fra kysten. Et klimatisk fenomen typisk for regionen kan derved spores på kamskjellenes skalloverflate. I Brestbukten i Frankrike har man i mange år undersøkt sammenhenger mellom miljø og kamskjellvekst som en del av et program hvor en studerer økologiske interaksjoner mellom vannsøylen og bunnmiljøet.

Temperatur er her vist å være den viktigste faktoren som styrer skallvekst. Ulik vekststrategi mellom populasjoner fra Frankrike og Norge tyder på at endring i daglengde kan være en viktig utløsende mekanisme for vekststart om våren. Effekter av fødetilgang på skjellvekst har vært undersøkt, men det er ikke funnet bevis for at fødebegrensning er en viktig vekstfaktor. Klorofyllnivået i Brestbukten er sjelden lavere enn $1.5\text{--}2\ \mu\text{g l}^{-1}$. Området byr derfor på rikelig med næring året rundt.

Isotopbaserte metoder

For å bedre identifiseringen av årsaker til skallvekstvariasjoner har man tatt i bruk analyser av stabile isotoper i skallet. Slike metoder er kjent fra forskning på flere andre kalkdannende organismer

som koraller, foraminiferer, kiselalger, ulike arter skjell og otolitter fra fisk, særlig innen studier av klimaendringer. Mengdeforholdet mellom utvalgte stabile oksygenisotoper hos organismer som bygger kalkstrukturer er avhengig av temperaturen på tidspunktet for dannelsen. Forskjellen i oksygenisotop-mengdeforholdet mellom kamskjell fra Frankrike og Norge viser også en klar sammenheng med de respektive temperaturforskjeller. Denne sammenhengen kan brukes til å bestemme temperaturens påvirkning på vekst.

Endringer i planteplankton

Episoder med klar nedgang i skallvekst som kan forklares med samtidige endringer i planteplanktonsamfunn er godt dokumentert i Brestbukten. Oppblomstring av skadelige alger (*Gymnodinium cf. nagasakiense*) har ved flere anledninger gitt kraftig reduksjon i skallveksten. Etter oppblomstring av kiselalgene *Rhizosolenia delicatula* og *Chaetoceros sociale* har nedsynking av store mengder partikler til bunn redusert skallveksten, enten som følge av tilklogging av skjellenes fødeopptaksorgan eller av lave oksygenkonsentrasjoner nær bunn. Skallvekst etter endringer i planktonsamfunnet har ofte et karakteristisk mønster.

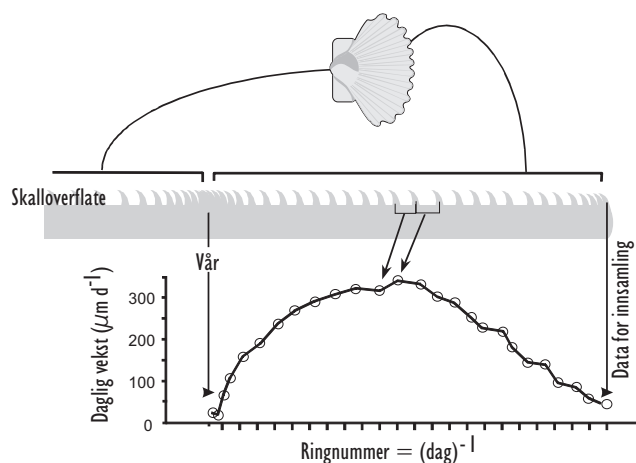
Hvilke algetyper har dominert?

Andre komponenter i skallet enn stabile isotoper kan også benyttes som informasjonskilde til hvordan miljøforholdene har vært i kamskjellens habitat. Barium i form av BaSO_4 er interessant fordi nærvær av denne komponenten ofte tyder på høy primærproduksjon. Det er også påvist sammenheng mellom økt bariuminnhold i skallet og stor produksjon av kiselalger. Under oppblomstring av flagellater (som mangler silisium) forblir Ba/Ca-forholdet på et lavt nivå. Dette kan brukes til å forstå hvordan variasjon i algefloaen har påvirket skallveksten og hvilke algetyper som har dominert.

Kamskjell i klimaforskning?

Mange marine arter etterlater seg kalkholdige strukturer som kan inneholde verdifull informasjon om fortidens klima. Avlesningen kan imidlertid være både komplisert og kostnadskreven (se *Havets Miljø 2001*, s. 101). Det unike med kamskjell er at vekstsonene inneholder klimainformasjon med meget høy tidsoppløsning som kan leses av med relativt enkle metoder.

Forskning på kamskjell fra vår egen tid har gitt oss gode generelle kunnskaper om sammenhengen



Figur 6.57

Prinsipp for beregning av vekstkurver basert på vekstsoner på skalloverflaten hos kamskjell.

Principle for the back-calculation of growth curves from measurements of growth ridges in scallops.

mellom kamskjellets miljø og dets vekst-mønster. I særlig grad vet vi nå at kamskjellets vekst påvirkes på karakteristisk vis av vannets temperat

og planteplanktonets sammensetning. Disse kunnskapene kan utnyttes til klimaforskning.

Det er gjort mange funn av kamskjell med godt lesbare vekstsoner fra forhistorisk tid. I Frankrike analyserer man for tiden vekstsonene til mer enn 8 000 år gamle skjell. Det skal bli spennende å se om informasjonen fra disse skjellene kan gi oss ny kunnskap om fortidens klima og klimaendringer.

Summary

The daily deposition of calcite in great scallop *Pecten maximus* contains characteristic traces of physical and chemical properties of the seawater that surrounded the scallop when the actual deposits were made. The chemical or isotopic composition of calcareous skeletons have long been recognized as records of past and present environmental conditions and thus allow reconstruction of the environmental history. Analyses of calcium depositions made during the shell formation of *Pecten maximus* have been successfully used to recover environmental information from the past.