

Torskens tilpasning til klima og havstrømmer

En suksessfull fiskelarve må vokse, overleve og ende opp i et gunstig oppvekstområde. Den rådende oppfatning har vært at skjebnen til den enkelte larve er fullstendig overlatt til de omliggende vannmassene. Modellering viser imidlertid at larvens atferd kan være viktig for transport og utbredelse.

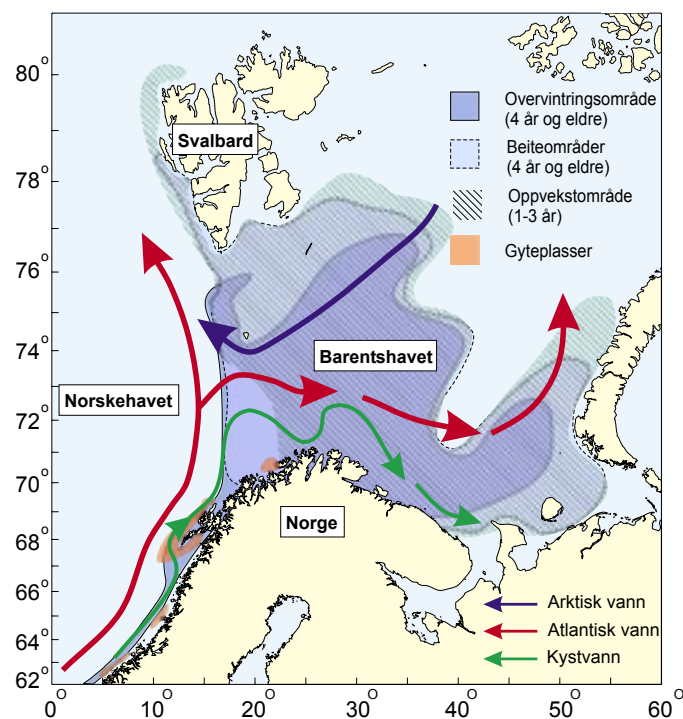
Frode Vikebø og Øyvind Fiksen

Våre største og viktigste fiskebestander legger sine egg mange hundre kilometer unna beiteområdene sine, og lar havstrømmene frakte egg og larver den lange veien tilbake fra gyteplassene. Dette er strategier som har hatt stor suksess gjennom historien. Eksempelvis kombinerer torsk og sild effektiv beiting med omfattende gytevandringer for å sørge for at avkommet får en gunstig start i livet. Men hva skjer dersom havmiljøet endrer seg? Hvilke strategier vil da bli mest gunstige? Hvilke effekter har klimavariasjon for rekruttering til bestandene? For å besvare disse spørsmålene, trenger vi en god blanding av fysisk og biologisk oseanografi, samt evolusjonær økologi.

Havklimate og rekruttering av fisk

Klimavariasjon innebærer blant annet endringer i havets temperatur og sirkulasjon. For fiskebestandene vil konsekvensene være avhengig av hvor fleksible de er i forhold til miljøsvingninger. Bestander med stor grad av naturlig klimavariasjon innen sitt habitat vil typisk rekruttere middels godt over en rekke klimatilstander, så lenge de er innenfor naturlig variasjon. Til sammenlikning vil en bestand som opplever liten klimavariasjon i habitatet, typisk ha høy rekruttering innenfor naturlig variasjon. Men bestanden vil til gjengjeld være spesielt sårbar når klimaet varierer utover dette.

Gyteområdene til torsk er spredd langs norskekysten (figur 1). Variasjon i havklimate gjør at ulike gyteområder har ulik suksess fra år til år, noe som fører til at bestanden har et bredt spekter av strategier for å klare seg. Det er langt og energikrevende for torskemødrene å vandre til de sørligste gyteområdene, men for avkommet kan det være gunstig i forhold til den påfølgende miljøeksponering og drivbane. Vi har kombinert drift i en finskala havmodell med biologiske modeller for vekst og dødelighet hos torskelarver for å forstå fordelene ved å gyte på ulike steder ved ulike klimatilstander og hvilken evne larvene har til å påvirke sin egen driftbane. I denne artikkelen vil vi imidlertid begrense oss til å belyse betydningen av organismenes egenbevegelse.

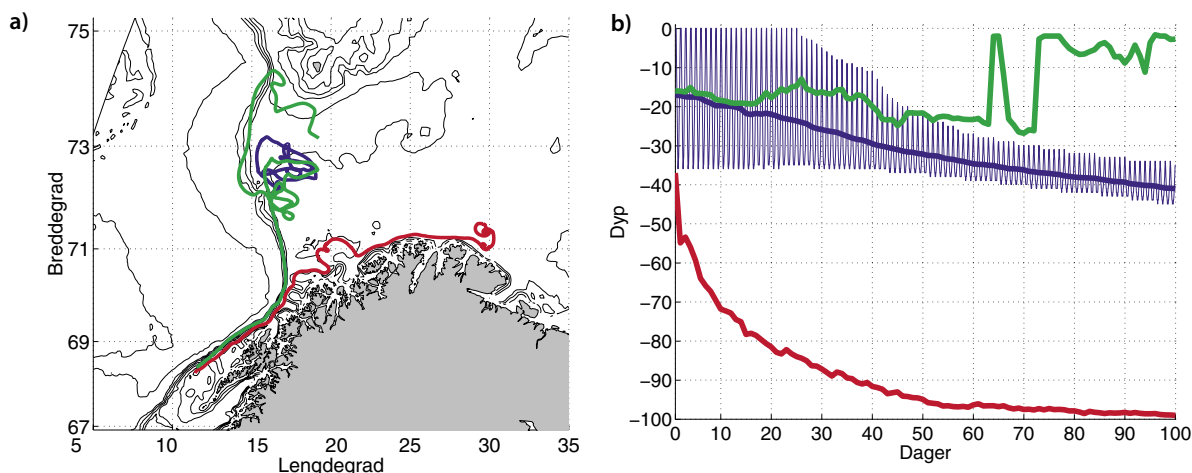


Figur 1. Gyte- og oppvekstområder for torsk i Barentshavet sammen med de dominerende vannmassene og havstrømmer.

Kan larver påvirke sin skjebne?

Vi ble overrasket over hvor stor rolle fiskelarvene sin svømmeadferd og dybdevalg spiller for det driftmønsteret de får, og hvor de ender opp. Fiskemødrene sørger for at avkommet blir gytt til rett tid på et gunstig sted, men larvene kan faktisk påvirke sin egen skjebne gjennom å plassere seg i dyp som til enhver tid gir dem gode vekst- og overlevelsesvilkår, og i tillegg leder dem inn i gode oppvekstområder. Den rådende oppfatning har vært at skjebnen til den enkelte larve er fullstendig overlatt til de omliggende vannmasser. Modellstudier har imidlertid vist hvordan små endringer i individenes vertikale og horisontale posisjonering kan gi dramatiske endringer i drift, vekst og overlevelse.

Hvordan avgjør en fiskelarve hvorvidt den skal bevege seg opp eller ned i vannsøylen, og hvorvidt den skal bevege seg horisontalt i en bestemt retning? Intuitivt er ikke dette alltid like lett å forstå. Larvene tenker seg ikke godt om og veier ikke for og imot før de velger romlig habitat. Men adferdstrekk og enkle responser har en arvbar komponent som er utviklet gjennom generasjoner med naturlig seleksjon. En suksessfull larve må vokse, overleve og ende opp i et gunstig oppvekstområde. Dersom foreldrene klarer det, vil larver som arver foreldrenes adferd sannsynligvis også klare det.



Figur 2. Modellert (a) drift og (b) døgnmidlet dyp for tre larver fra Moskenesgrunnen med ulik respons på miljøstimuli. I dette tilfellet har de tre larvene forskjellig preferanse for lys; grønn larve foretrekker et lyst miljø, rød larve foretrekker det mørke og blå larve velger noe i mellom (intermediært nivå). Den tynne blå kurven angir timemidlet vertikal plassering for larven som foretrekker et intermediært lysnivå.

Lys svekkes raskt med dypet. Følgelig vil larver med ulik respons på miljøstimuli – som også inkluderer blant annet byttedyrs- og predatoritet, temperatur og turbulens – ende opp i forskjellige dyp. Øverst oppe vil det være tilstrekkelig lys for larvene til å beite på dyreplankton, men samtidig er de lett synlige for predatorer. Lenger nede i vannsøylen kan larvene leve i skjul for predatorer, men i mørket er det vanskelig å skaffe seg nok mat. Siden lyset varierer med tid på døgnet, tid på året, breddegrad, vannets klarhet og dyp, vil den enkelte larve vandre vertikalt i vannsøylen for å optimalisere miljøet i henhold til sin preferanse for vekst og overlevelse.

Studier med koplede havmodeller og individbaserte modeller (IBM) har vist hvordan larver som driver i faste dyp noen titalls meter fra

hverandre, kan ende opp i vidt forskjellige oppvekstområder fordi strømretning og styrke varierer med dypet. Med andre ord vil miljøstimuli påvirke larvenes habitatsvalg og dermed driftbaner og miljøeksponering (figur 2). Også horisontale bevegelser, selv om de er svært langsomme, har potensial til dramatisk å endre banene til

“I et langsiktig klimascenario vil det å forstå hvordan naturlig seleksjon kan føre til nye tilpasninger, være sentralt for å forstå effekter av klimaendringer.”

larver som stammer fra samme gytebanke (figur 3).

Evolusjonært sett vil den av disse virtuelle larvene med størst “suksess” ha størst sjanse for å reproducere og dermed dominere framtidige populasjoner. I et langsiktig klimasce-

nario vil det å forstå hvordan naturlig seleksjon kan føre til nye tilpasninger, være sentralt for å forstå effekter av klimaendringer.

Hvilken preferanse for lys og andre miljøstimuli er det best for larvene å ha? Dette må sees i forhold til et suksesskriterium som er relatert til evolusjonære mekanismer, for

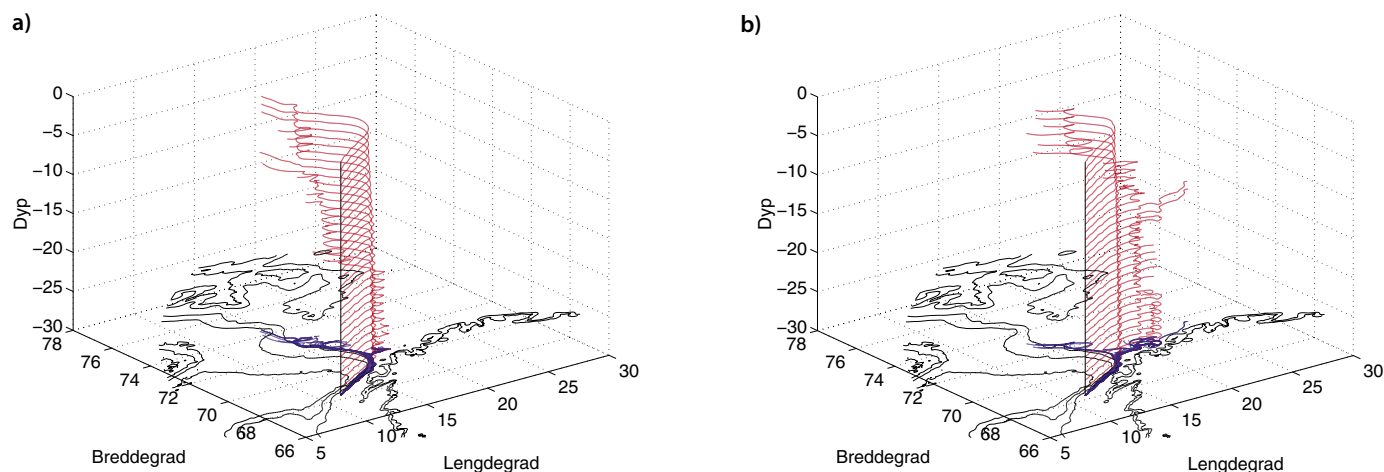
torsk – for forskjellige preferanser. Gytetidspunkt, gyteplass og miljøvariasjon påvirker suksessen for ulike adferdstrekk og det er et omfattende arbeid å komme fram til et sett med adferdsregler som er robust. Et slikt sett med adferdsregler blir imidlertid sentralt i det videre arbeidet med å studere betydningen av de ulike gyteplassene i et varierende klima.

Frode Vikebø

(Frode.vikebo@bio.uib.no) er postdoktor ved modellgruppen på Biologisk institutt, UIB.

Øyvind Fiksen

(Oyvind.Fiksen@bio.uib.no) er 1-amanuensis på modellgruppen på Biologisk institutt, UIB. Begge er tilknyttet prosjektet ECOBE under NORKLIMA.



Figur 3. Baner for virtuelle larver som transporteres i simulerte strømfelter i fikserte dyp. Larvene svømmer vinkelrett på strømretning med en kroppslengde per sekund, henholdsvis til (a) venstre og (b) høyre. De grunneste larvene driver i større grad nordvestover langs sokkelkanten, mens de dypere larvene driver nordøstover i Barentshavet. Dersom larvene svømmer med en kroppslengde per sekund vinkelrett på strømretningen, har dette mye å si både for miljøeksponering og for sluttposisjonen.