

## Sangfuglenes evolution og biogeografi

Baseret på foredrag afholdt i foreningen d. 15. februar-2007  
Forfatteren modtog DNFs Schibbyeske Præmie i 2007

Af Knud Andreas Jønsson  
Statens Naturhistoriske Museum  
(Zoologisk Museum)  
Universitetsparken 15  
DK-2100 København Ø

Spurvefuglene udgør den største af alle fugleordener og omfatter ca. 6000 arter eller ca. 60 % af alle fuglearter. Ordenen omfatter så forskellige arter som pittaer, paradisfugle, krager, svaler, mejser, solfugle, finker og drosler (Fig. 1). Pga. den enorme formrigdom, ikke mindst hvad angår specialisering på forskellige føde typer, og den hyppige forekomst af parallelle specialiseringer hos forskellige grupper, har det været meget svært at udrede spurvefuglenes udviklingshistorie og nå frem til en fornuftig klassifikation. Der var dog tidligt enighed om at inddеле ordenen i to store, naturlige (monofyletiske) grupper, nemlig osciner (sangfugle) og subosciner (intet dansk navn). Sangfuglene, som omfatter de fleste spurvefugle, er karakteriseret ved det komplekse stemmeorgan (syrinx) som muliggør moduleret sang. Suboscinerne er karakteriseret ved at have en simplere syrinx. De omfatter pittaer, brednæb og Sydamerikas tyranfluesnapper, kotingaer, ovnfugle og myrefugle.

Det store artsantal inden for sangfugle har yderligere bevirket at det ofte har været svært at finde ud af hvilke arter der er hinandens nærmeste slægtninge. For mange eksotiske arter har man nær-



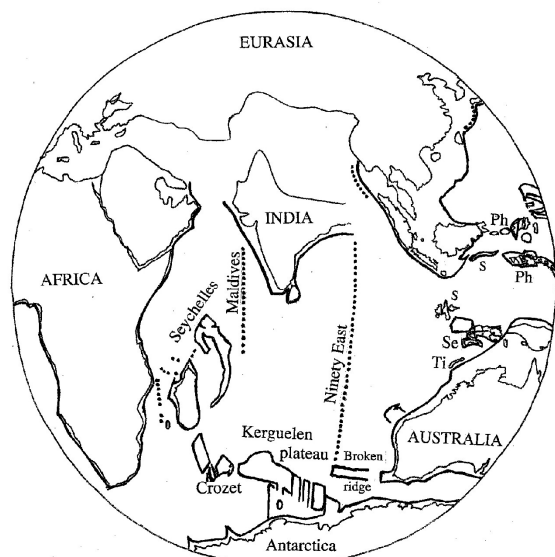
Figur 1. Et udvalg af repræsentanter for ordenen Spurvefugle (Passeriformes). Mange mindre fuglearter i Danmark tilhører denne orden, fx finker, spurve, drosler og krager. Illustrationen giver et indtryk af gruppens forskellighed. Bemærk bl.a. den lange, tynde næbform hos solfuglen (J) som er tilpasset opsamling af nektar, mens astrildens (K) kraftige næb er særlig velegnet til at knase plantefrø. A: sukkerfugl, B: manakin, C: tapaculo, D: kotinga, E: tyranfluesnapper, F: lyrehale, G: larveæder, H: svale, I: klippehopper, J: solfugl, K: astrild (Akvarel af Jon Fjeldså).

mest vurderet hvad de mest lignede blandt de velkendte europæiske grupper. Fx blev arter med et spidst næb tit ukritisk placeret i sangernes familie (Sylviidae), mens arter med et mere fladt næb blev regnet som fluesnapper (Muscicapidae).

### DNA kommer til hjælp

DNA-undersøgelser har givet et nyt og mere objektivt grundlag for at bestemme spurvefuglenes slægtskabsforhold. I takt med at DNA for flere og flere fug-

learter analyseres, er det blevet nemmere at sammenstille hypoteser for hvordan fugle er beslægtede. Sådanne hypoteser eller stamtræer kaldes blandt forskere for fylogener. En fylogeni fremkommer ved at man sammenligner DNA-sekvenser for en mængde arter. Man kan således sammenligne mange tusinde DNA-baser fra mange arter. Eftersom mutationer sker løbende, vil fjernt beslægtede arter have mere forskellige basesekvenser end nært beslægtede arter. Desværre er det endnu



Figur 2. Det Indiske Ocean 45 for millioner år siden. Kontinenter og mulige landbroer er markeret: tynde linier svarer til nuværende kystlinier, fede linier er randen af kontinentalplader og randen af undervandsplateauer og stiplede linier markerer undersøiske højder. Ti = Timor, Se = Seram, S = terræn svarende til det nuværende Sulawesi, Ph = terræn svarende til det nuværende Filippinerne. (Illustration af Jon Fjeldså).

ikke muligt at analysere DNA fra samtlige sangfugle i én analyse. Det skyldes dels at det er svært at få fat i blod- eller vævsprøver (som indeholder DNA) fra alle sangfugle, og dels at det analytiske arbejde det ville kræve at lave en fylogeni for 4500 arter af sangfugle, vil være yderst tidskrævende (mange måneder). Med mindre fylogener opstår der uvægerligt fejl. Fx kan man ikke være sikker på at de arter man har valgt at sammenligne, udgør en naturlig gruppe (jvf. ovenfor nævnte eksempel for sangere og fluesnappere), og selve analysemetoderne giver heller ikke altid entydige resultater. Alligevel er det det bedste vi har. Da flere af disse mindre fylogener ofte har overlappende arter,

kan man stykke mange fylogener sammen og få en samlet oversigt over slægtskabsforholdene for alle sangfugle. At lave et samlet super(stam)træ kan være problematisk, men kan alligevel give et nyttigt overblik over den samlede viden om hvor og hvornår spurvefuglene opstod, og hvordan de har spredt sig rundt i verden.

### Supertræet – et vigtigt redskab til videre forskning

Mit specialeprojekt på Zoologisk Museum havde til formål at lave en oversigt over sangfuglenes slægtskabsforhold – altså en superfylogeni eller et super-(stam)træ. For at kunne gøre det var det i første omgang vigtigt at få et godt overblik over hvad andre sangfugleforskere har arbejdet med. Det lykkedes at finde frem til ca. 100 stamtræer for sangfugle. På dette grundlag var det muligt at konstruere et supertræ som omfatter over 1700 arter af sangfugle. Dette antal svarer til ca. 40 % af hele gruppen, og selvom der altså endnu mangler mange arter så giver dette supertræ alligevel et bredt overblik. Ofte er de arter der ikke er inkluderet, repræsentanter for grupper med mange nærtbeslægtede arter hvoraf man kun har udvalgt nogle få repræsentanter. I nogle tilfælde er det dog et spørgsmål om at man ganske enkelt ikke har haft mulighed for at skaffe nødvendige blod- eller vævsprøver. De arter som mangler, er ofte sjældne eller lever i svært tilgængelige egne, fx på isolerede tropeøer eller i bjergområder.

Supertræet er først og fremmest et

nyttigt redskab til at finde huller i vor viden om sangfuglenes slægtskabsforhold, og det tydeliggør hvor fremtidig forskning bør sættes ind. Forskere kan ydermere bruge supertræet direkte til flere forskellige undersøgelser. Det kunne være fx til at undersøge hvordan forskellige tilpasninger har udviklet sig. Et andet eksempel er tilpasning til særlige fødevalg, fx hvorvidt bestemte næbtyper er opstået en enkelt gang eller opstod uafhængigt i forskellige udviklingslinier.

Supertræet kan også bruges til at undersøge hvordan sangfugle har spredt sig rundt i verden fra et kontinent til et andet, det der med et fint ord hedder en biogeografisk analyse. Tidligere undersøgelser har konkluderet at spurvefuglene opstod sent i Kridttiden i Gondwanaland/Antarktis. Suboscinerne udviklede sig især i Sydamerika, mens sangfuglenes tidlige udvikling foregik i Australien. Med udgangspunkt i denne viden og med hjælp fra supertræet var det muligt at belyse hvordan og hvornår sangfuglenes spredning fra Australien fandt sted. Tidligere har man formodet at dette udelukkende er sket via Sydøstasien. Det har dog været svært at forklare hvorfor der i Afrika findes nogle arter der tilsyneladende repræsenterer nogle meget tidlige udviklingslinier der ingen repræsentanter har i Asien. Kunne det skyldes at disse tidlige udviklingslinier var uddøde i Asien og kun havde overlevet i Afrika? Eller havde sangfuglene spredt sig over Det Indiske Ocean direkte fra Australien til Afrika?

### Sangfuglenes verdenserobering

For at kunne foretage en biogeografisk analyse beregnedes ud fra DNA-data alderen på de enkelte udviklingslinier.



Figur 3. Skovens udvikling når tømmefirmaer kommer til. Øverst: Ueberørt skov i Makiras højland. Midten: Tømmefirmaerne bygger kompromisløst veje som gør det muligt for tungt maskineri at komme ind i primærskoven. Nederst Det sørgelige syn, tømmefirmaer efterlader sig. Når skoven fjældes, følger jorderosion, og udpint skov og græsland bliver den dominerende vegetation. (Fotos: Knud Andreas Jønsson).

Efterfølgende bestemtes de mest sandsynlige spredningsveje. Der viste sig nu at være god evidens for at en gruppe med bl.a. kragefugle, tornskader, piroler og paradisfluesnappere for 25-30

millioner år siden har benyttet den forventede rute via det sydøstasiatiske øhav til Asien. Det passer med tidspunktet hvor fragmenter af den australske kontinentalplade tørnede sammen med landmasser af asiatisk oprindelse og afstande, der skulle tilbagelægges over vand for at krydse fra den ene kontinent til det andet, har været ubetydelige. Det kunne yderligere påvises at denne spredning fra Australien til Sydøstasien skete i flere omgange. Alligevel har de kragelignende grupper kun haft beskeden succes i den gamle verden.

Længe inden spredningen over Sydøstasien havde en enkelt art klarer turen direkte over Det Indiske Ocean til Afrika. Det skete for 45-50 millioner år siden. På det tidspunkt var afstanden Australien-Afrika og afstanden Australien-Asien stort set den samme. På trods af at der har været ca. 5-6.000 km, er det alligevel lykkedes en lille sangfugl at krydse oceanet og etablere sig i Afrika. Forklaringen på denne spredning kan muligvis findes i nogle store undersøiske landplateauer (Fig. 2). Undersøgelser af havbunden tyder på at store plateauer som nu ligger på dybt vand (bl.a. rundt om de subantarktiske øgrupper Crozet og Kerguelen), dengang var over havets overflade. Pga. kontinentaldriften lå de meget tættere sammen dengang end i dag og kunne således fungere som trædesten under en spredning over oceanet. Ved hjælp af disse trædesten var det muligt for én sangfugleart at kolonisere Afrika og danne grundlag for en større spredning. Særprægede afrikanske sangfugle som kan repræsentere "levende relikter" fra sangfuglenes tidligste udvikling i Afrika, omfatter kragedrosler (*Picathartes*),

klippehoppere (*Chaetops*), sukkerfugle (*Promerops*) og nogle timalie-lignende slægter (*Arcanator* og *Modulatrix*) og sanger-lignende slægter (*Hyliota*, *Elminia* og *Stenostira*). Den gamle, afrikanske sangfuglestamme gav meget hurtigt ophav til artsrige fuglegrupper som mejser, drosler, sangere og spurve som med held bredte sig videre til Asien og derfra til Amerika og Europa. Disse fuglegrupperes store succes og spredning kan meget vel tænkes at have forringet mulighederne for de kragelignende sangfugle der først langt senere forlod Australien og koloniserede Asien.

### Sangfuglenes udvikling

Man regner altså i dag med at spurvefuglene opstod på sydkontinentet, Gondwanaland, omkring overgangen mellem Kridt- og Tertiærtiden. Den største gruppe af spurvefugle, sangfuglene, som i dag er udbredt over hele Jorden, fandtes i begyndelsen kun i et landområde som omfattede Australien, New Guinea og Østantarktis, som lå langt fra de andre kontinenter. På et tidspunkt må det så have lykkedes for sangfuglene at krydse åbent hav og kolonisere landområderne på den nordlige halvkugle hvorfra de hurtig kom videre til resten af verden. De gamle australske sangfuglegrupper er overvejende knyttet til skov, og deres konserverende habitatvalg og biologi har gjort dem utilbøjelige til at sprede sig. For at forstå hvorledes sangfuglenes "verdenserobring" kom i gang, er det interessant at vide om der var tale om en enkelt begivenhed, eller om de forlod Australien i flere omgange. Det er også interessant at vide om fuglene passivt lod sig transportere når større eller mindre landfragmenter blev flyttet med konti-



**Figur 4. Et udsnit af indsamlede sangfugle fra Makira, Salomonøerne.** Alle arter er endemer for Makira og findes altså i hele verden kun på denne ø. Øverst fra venstre: Mottled Flowerpecker (*Dicaeum tristrami*), San Cristobal Melidectes (*Melidectes sclateri*), San Cristobal leaf-warbler (*Phylloscopus makirensis*). Midten fra venstre: San Cristobal Thrush (*Zoothera margaretae*), White-collared Monarch (*Monarcha viridis*), Sooty Myzomela (*Myzomela tristrami*). Nederst fra venstre: Shade Warbler (*Cettia parens*), Dusky fantail (*Rhipidura tenebrosa*), Ochre-headed Flycatcher (*Myiagra cervinicauda*) (fotos: Michael Koie Poulsen, Finn Danielsen og Knud Andreas Jønsson).

nentaldriften, eller om de ændrede levevis og blev gode til at sprede sig til nyt land.

For at forstå hvad der skete, må vi se nærmere på de fugle som i dag lever i øhavet mellem Australien og Asien. Det omfatter Indonesien, Filippinerne, New Guinea og de mange øgrupper på overgangen mod Stillehavet. Dette område er ydermere interessant idet det var her Ernst Mayr – ”det 20. århundredes Darwin” – beskrev hvorledes nye fuglearter opstod ved hurtige ”genetiske revolutioner” i forbindelse med kolonisation af isolerede øer. Hermed lagde han grunden til det biologiske artsbegreb. Det var også her Jared Diamond udviklede sine øbiogeografiske teorier som

forklarer artsrigdommen på isolerede øer som en ligevægt mellem indvandring og uddøen. For få år siden udgav de to berømte forskere deres livslange erfaringer om udviklingen af nye arter i bogen ”The Birds of Northern Melanesia”.

Desværre havde hverken Mayr eller Diamond forsøgt at underbygge deres opfattelse af artsdannelse og slægtskab med DNA-data. Og de havde heller ikke fulgt med i hvad geologerne havde fundet ud af om områdets pladetektonik, altså hvordan landmasser og øgrupper har flyttet sig i geologisk tid. Mayr og Diamond mente at regionens unikke fauna udviklede sig ved en ensrettet kolonisation fra fastland til øer. Men

fordi sandsynligheden for at overleve på lang sigt på de små oceaniske øer er lille, bliver der nemt tale om blindgyder i udviklingshistorien. Med ny viden kan vi nu fastslå, at forholdet mellem fastland og ø-områder er mere komplekst. En nylig DNA-analyse af Mayrs yndlingsfugle, monarkfluesnapperne, tyder da også på en noget anderledes proces. Artsrigdommen i denne fuglegruppe har nemlig udviklet sig over hele Stillehavsområdet hvorfra fastlandet er blevet rekoloniseret.

#### Vigtigheden af fortsat indsamling

En af grundpillerne for eksistensen af Zoologisk Museum i København er de store samlinger af dyr fra hele verden. Grundlaget for disse samlinger er ekspeditioner foretaget siden midten af 1800-tallet. Fuglesamlingen er i sig selv imponerende og består af godt 100.000 individer fordelt på ca. 5.700 arter. Her til kommer store samlinger af anatomisk materiale, æg og en af verdens største samlinger af blodprøver til DNA undersøgelser. Fuglesamlingen er ivrigt brugt til studier af fugles slægtsforhold og feltbestemmelse, og til vurdering af belastning med miljøgifte og meget andet, og den har således stor praktisk betydning. Zoologisk Museum stiller hvert år materiale fra fuglesamlingen til rådighed for utallige projekter i ind- og udland.

Igenem det 19. og 20. århundrede har store danske ornitologiske indsamlinger fundet sted i forbindelse med de verdensomspændende ekspeditioner Galathea 1 (1845-47), Galathea 2 (1950-52) og Noona Dan (1961-62). Disse ekspeditioner besøgte bl.a. landområder i Filippinerne, Bismarckøerne og Salomonøerne. Det var derfor oplagt at der



Figur 5. Skoven på Makira er et stort spisekammer. Og det er klart at de lokale er bekymrede for deres livsgrundlag, når tømmerfirmaer ødelægger skoven (foto: Knud Andreas Jønsson).

også i forbindelse med Galathea 3 burde indgå ornitologisk arbejde i nogle af disse områder.

Da Galathea 3-ekspeditionen blev annonceret, blev forskerhold opfordret til at komme med projektforslag. Den oprindelige rute var planlagt til at gennemsejle bl.a. Indonesien. Der var desuden lagt op til at der skulle en helikopter med om bord på ekspeditionsskibet. Vi samlede en gruppe ornitologer med passende erfaring og udarbejdede et projektforslag der blev accepteret. Med tiden kom der ændringer i togtplanen, og vi kunne se at vi ville få mest ud af fokusere indsatsen på at undersøge fuglelivet i den lidt udforskede højlandsregnskov på øen Makira (tidl. kaldet San Cristobal). Makira er den ø i Salo-

monøerne der har den største forekomst af endemiske arter (13 arter) og det største sammenhængende område af nærmest uberørt skov på Salomonøerne. Økonomisk støtte fik vi fra Villum Kann Rasmussen Fonden og ØK.

#### **Galathea 3-ekspeditionen og feltarbejde i Salomonøerne**

Til trods for at det til stadighed bliver lettere at få DNA ud af gamle museumsskind, er det stadig markant nemmere at anvende friske prøver og Galathea 3-ekspeditionen gjorde det således muligt at indsamle friske vævs- og blodprøver fra ellers svært tilgængelige arter i det vestlige Stillehav. Udover at feltarbejdet i Salomonøerne gav direkte tilgang til disse prøver har feltarbejdet

også åbnet op for samarbejde med prominente amerikanske og australske forskere som ellers sidder tungt på dette område.

Salomonøerne er kendt som et meget besværligt område, hvor opdagelsesrejsende tidligere risikerede at blive spist. De mange lokale stammer har ligget i konstant indbyrdes kamp for at forsvare deres territorier. De fordums hovedjægere er i dag blevet ”tamme” kristne – men de vogter stadig intenst på deres territorier, og som besøgende kan man intet lave uden langvarige forhandlinger. Heldigvis var der noget at handle med. Højlandsstammerne på Makira er dybt bekymrede over de asiatiske tømmerfirmaer som vil have fat i områdets kostbare tropetømmer. En tømmerkonsulent fra Malaysia vurderede at de ville tømme Makira for godt tømmer i løbet af 5-10 år. Fordi tømmerfirmaerne kun tager uforarbejdet tømmer ud af landet, skaber de ingen lokal udvikling. De efterlader kun problemer: Jorderosion, mudrede vandløb og ufremkommeligt buskads (Fig. 3).

På Makira tilbragte vi 21 dage med at undersøge fuglelivet og de trusler, områdets regnskov og oprindelige befolkning står overfor. For at dække så stort et areal som muligt deltes vi i to lejre. Med satellittelefon kunne vi hver aften udveksle erfaringer om dagens fangster og observationer. I alt blev indsamlet skind, skeletter og blodprøver af 212 individer, fordelt på 39 arter (se projektets hjemmeside [www.monitoringmatters.org/galathea](http://www.monitoringmatters.org/galathea) (Fig. 4). Desuden blev der lavet ikke mindre end 400 optagelser af fuglestemmer. Det indsamlede materiale er nu kommet til Zoologisk Museum i København og vil således indgå i samlingen og kunne benyttes til



Figur 6. Repræsentanter for gruppen af kragelignende fugle – Crown Corvida. Oppe fra er det en busktornskade (familie: Malaconotidae), en pirol (familie: Orioliidae), en fløjter (familie: Pachycephalidae), en larvæder (familie: Campephagidae). De to nederste er vireoer (familie: Vireonidae). Til højre en vireo fra Den Nye Verden til venstre en fra Den Gamle Verden udbredt i Asien. (Akvarel af Jon Fjeldså).

forskning fremover. Vore observationer af fugle har ført til ny viden om status, udbredelse, habitatspræferencer, udseende, stemmer og adfærd for mange arter. Faktisk opdagede vi at den viden der er tilgængelig om feltbestemmelse af fugle i regionen (paradoksalt nok en nyligt publiceret bog), ofte er utilstrækkelig og endda i flere tilfælde misvisende. Det har bevirket at Jon Fjeldså i løbet af de næste år vil være med til at illustrere en ny felthåndbog for fuglene i Salomonøerne. Ud over indsamling af fugle har en stor del af turens mål været at styrke lokale miljøorganisationers

arbejde med at fremme bevaring af disse skrøbelige ø-miljøer. Skovene på Makira er akut truet. Tømmerhugsten foregår stort set uden nogen form for regulering fra myndighedernes side og til stor bekymring for den lokale befolkning som ser deres skovområder og livsgrundlag smuldre (Figs. 3 og 5).

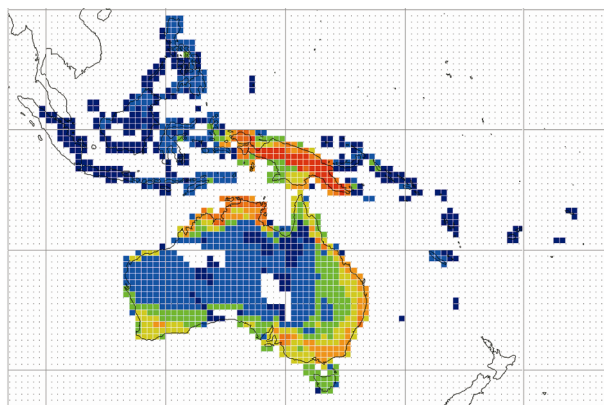
Et vigtigt mål med ekspeditionen var derfor at fastslå hvad de lokale mennesker og myndigheder kan gøre for at bevare skovene, både lokalt på Makira og nationalt på andre tilsvarende sårbare øer i regionen. I skrivende stund er vi i færd med at udarbejde en rapport der skal dokumentere områdets bevaringsværdi og give retningslinjer for naturbevaring og bæredygtig udnyttelse som kan integreres i provinsens nye udviklingsplan. Vi vil også støtte op om spirende planer for en nationalpark som bygger på landsbyernes eksisterende traditioner for ressourcebevarelse. En moderne biologisk ekspedition samler ikke bare fugle ind. Man samarbejder tæt med den lokale befolkning, yder sit til at opbygge den lokale naturforvaltningskapacitet og sørger for at de biologiske resultater bliver omsat til konkrete anbefalinger til beslutningstagerne i områderne. Et velovervejet indsamlingsarbejde kan være med til at præcisere og styrke bevaringsarbejdet.

### De første resultater

Hvor mit specialearbejde således fokuserede på hele gruppen af sangfugle er målet med min Phd at undersøge de kragelignende fugles slægtsskab og bio-

geografi (Fig. 6). I dette arbejde har jeg brugt de prøver, vi indsamlede under Galathea 3 ekspeditionen. Desuden har jeg brugt adskillige prøver fra gamle museumsskind indsamlet under Galathea 2 og Noona Dan. Og så har vi lånt prøver fra store samlinger som American Museum, British Museum, Paris Museum, Rigmuseet i Stockholm og Leiden Naturhistoriske Museum. Sidstnævnte har fra kolonitiden indsamlet en del skind fra Indonesien som i dag er meget svært tilgængeligt. De første resultater foreligger allerede for nogle af de kragelignende fuglegrupper som har haft stor succes med at sprede sig i øriget ud for Australien.

Larvæderne (familien Campephagidae) viser en særlig dynamisk proces idet de kunne sprede sig over store havområder. DNA-data viser at den første spredning til Asien allerede fandt sted for ca. 35 millioner år siden da der var flere hundrede km hav imellem papuaniske og asiatiske landområder. Endnu mere bemærkelsesværdigt er det dog, at der åbenbart skete tre eller fire uaf-



Figur 7: Koncentrationen af fløjterarter i dag. Varme farver (rød) viser høj artsrigdom, mens kolde farver (mørkeblå) viser lav artsrigdom. Bemærk det høje artsantal i det centrale højland i New Guinea og i det nordlige og østlige Australien. Derimod har fløjtere været utilbøjelige til at kolonisere nærliggende øriger mod vest (Wallacea) og øst (Melanesien).

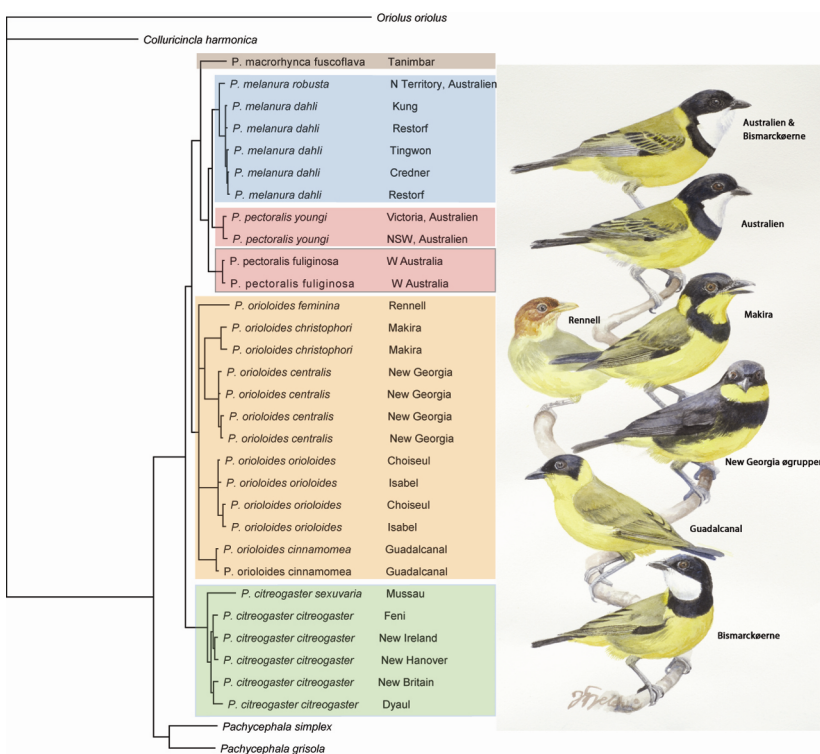
hængige kolonisationer tværs over Det Indiske Ocean fra det papuanske område til Afrika (måske ved hjælp af tidligere landområder omkring øerne Kerguelen og Crozet). Det er en strækning som langt overstiger hvad en sangfugl kan klare i et stræk uden mellemlanding undervejs. Det vidner om en dramatisk ændring i livsstrategi: Mens de gamle, australske sangfuglegrupper nødigt forlader den tætte skov, har larveæderne (ligesom piroler, viftehaler, monarkfluesnappere) anlagt en mere "risikofyldig" strategi: De er blevet "vagabonder" som koloniserer nyopståede øer. Her

kan de, som de først ankomne, udnytte et rigt fødeudbud. Senere når andre konkurrenter dukker op, er de allerede fløjet videre til andre ledige øer uden for den australske landmasse.

Fløjterne (familien Pachycephalidae) "turde" ikke rigtig flyve langt ud over oceanet. De radierede i første omgang i bjergene i New Guinea og i Østaustralien. Siden har de koloniseret ørækker som har været inden for nær rækkevidde af kysten inden for foretagne større spredninger over åbent hav som larveæderne (Fig. 7). For artskomplekset af Gylden Fløjter (Fig. 8) finder vi et me-

get interessant mønster idet to identisk udseende arter bebor henholdsvis små og store øer inden for det samme geografiske område i det melanesiske ørige øst for New Guinea. Tilsyneladende har en fløjterart på et tidligt tidspunkt tilpasset sig det stabile miljø som findes på større øer. I en senere kolonisationsbølge er en art med lignende udseende kommet til og har fundet de store øer optaget. I stedet har denne nytilflytter tilpasset sig et vagabonderende liv på mindre øer med et mere ustabil miljø. Småøer i Melanesien bliver ofte oversvømmet og kan til tider helt forsvinde efter en storm. Således må en art der er tilpasset et liv her, være beredt på at dens livsfundament pludselig kan forsvinde, og arten må altså ofte flytte rundt mellem småøer for at finde føde og ynglemuligheder. Denne "flytten rundt" bevirker at der opretholdes en homogen genpulje for arten, og således opretholdes altså to arter der nærmest er identiske af udseende; en art der er mobil og tilpasset et ustabil miljø på småøer og en anden mere stationær art som er tilpasset et liv i et stabilt miljø på større øer.

Arbejdet med molekylære metoder, koblet med fornyet viden om pladetektonik og geologiske processer, har allerede nu vendt op og ned på adskillige konventionelle teorier om øbiogeografi, artsdannelse og evolution inden for sangfuglene i den indo-pacifiske region. Og vi forventer at det videre arbejde med at udrede sangfuglenes slægtskabsforhold og udbredelseshistorie i denne del af verden vil bringe mange nye og overraskende resultater.



Figur 8. Fylogeni (slægtskabstræ) for artskomplekset af gyldne fløjtere. Bestandene i "melanura-komplekset" er nærmest identiske af udseende med dem fra Bismarckøerne, men "melanura"-fuglene lever mest på små, skovklædte koraløer ud for kysterne, mens de andre beboer de store øer. De distinkte genetiske forskelle tyder på at der er tale om gode arter med forskellig økologi idet "melanura"-fuglene udnytter de ustabile miljøer på koraløerne. (Akvarel: Jon Fjeldså).