

A. AZZAROLI

Istituto di Geologia e Paleontologia dell'Università di Firenze

Biogeografia dei mammiferi della Sardegna

FAUNE A MAMMIFERI DELLA SARDEGNA

Stupisce a prima vista, nella fauna a mammiferi della Sardegna, la quasi totale mancanza di peculiarità. In effetti la fauna sarda non si distingue da quella del continente se non per la presenza del muflone, di un gatto di tipo africano, e per la mancanza della talpa. Quest'assenza di peculiarità, che la Sardegna condivide del resto con le altre isole mediterranee, in realtà è solo apparente. La fauna sarda attuale è frutto d'importazione recente. Faune endemiche ricche e variate si sono succedute durante il Terziario e il Quaternario ma sono oggi del tutto estinte, e la loro estinzione è dovuta in larga misura all'azione dell'uomo, ancora in tempi preistorici e protostorici.

Le nostre conoscenze sulle faune endemiche, in particolare sulle più antiche, sono frammentarie e lacunose, e tuttavia forniscono indizi quanto mai interessanti sulla storia paleogeografica dell'isola.

EVOLUZIONE PALEOGEOGRAFICA DELLA SARDEGNA

1 - Traslazioni della crosta terrestre

Due ordini di fenomeni hanno influenzato la paleogeografia della Sardegna durante il Terziario e il Quaternario: le traslazioni di frammenti della crosta terrestre, con forti spostamenti anche in senso verticale, e le oscillazioni del livello marino.

Dal punto di vista geologico la Sardegna, insieme alla maggior parte della Corsica, rappresenta un frammento di continente, o

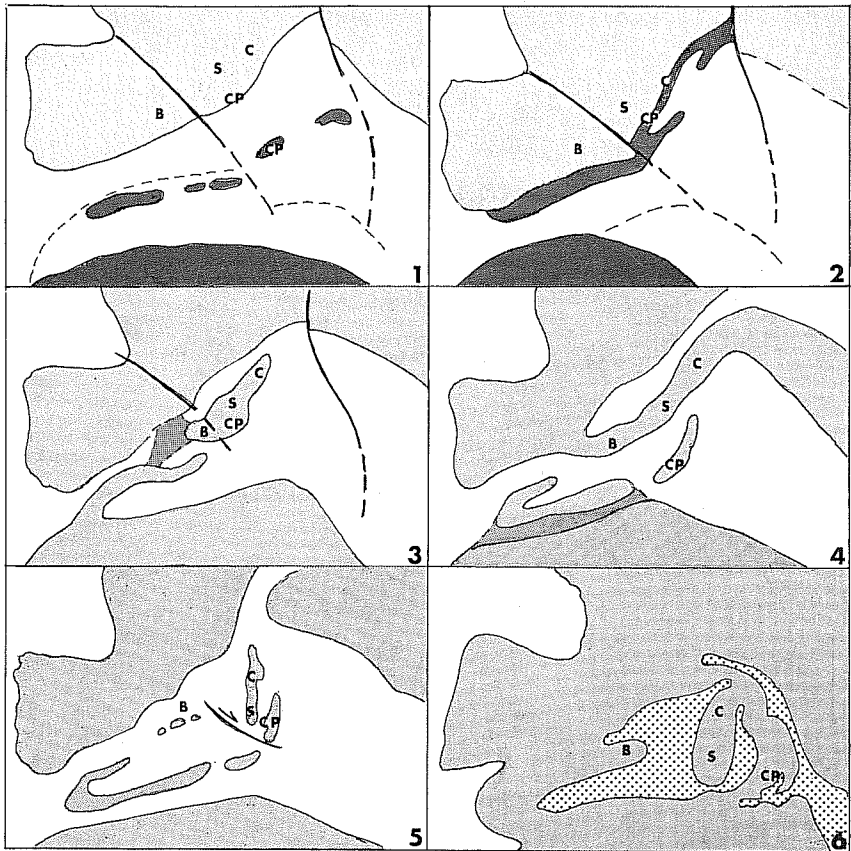


Fig. 1

Tentativo di ricostruzione paleogeografica dell'area del Mediterraneo occidentale nel Cretaceo superiore e nel Terziario.

1 - Cretaceo superiore.

Bianco = aree marine; grigio chiaro = terre emerse del continente europeo; grigio scuro = terre emerse del continente africano; linea leggera a tratto = margine sommerso del continente africano; linee grosse = fature principali. B = Baleari; S = Sardegna; C = Corsica; CP = Massiccio Calabro-Peloritano.

2 - Eocene. Simboli come al N. 1.

3 - Oligocene superiore.

Grigio chiaro = terre emerse; grigio scuro = terre temporaneamente emerse. Altri simboli come al N. 1.

4 - Langhiano-Serravalliano inferiore. Simboli come al N. 3.

5 - Serravalliano, al tempo della massima estensione del mare.

6 - Messiniano superiore. In punteggiato le aree coperte da evaporiti.

«microcontinente»: un'area cioè di crosta granitica, distinguibile come tale dalla crosta oceanica, di natura basaltica. Sardegna e Corsica rappresentano in effetti due zolle granitiche staccatesi all'inizio del Terziario dal continente europeo, precisamente dalle coste della Francia meridionale. I movimenti della crosta terrestre (fig. 1) sono stati descritti in numerosi articoli in occasione di un convegno sul Terziario sardo (Maxia 1974) e più recentemente da Boccaletti & Manetti (1978) e da Azzaroli & Guazzone (1980).

All'inizio del Terziario non solo la Sardegna e la Corsica, ma anche le Baleari erano unite al continente europeo. Il massiccio Calabro-Peloritano è composto di due frammenti di crosta continentale sovrapposti, uno di origine europea, l'altro staccato dal margine del continente africano, che venne a scontrarsi con l'Europa verso la fine del Mesozoico. Lo scontro fu seguito da una nuova fase di distacco e nell'Oligocene le Baleari, la Sardegna e la Corsica vennero a formare un festone di isole e penisole più o meno continuo con la Cordigliera Betica e con l'arco del Rif.

Nel corso del Miocene i movimenti della crosta furono più accentuati. Il massiccio Calabro-Peloritano iniziò la sua migrazione di 900 km. verso E mentre Corsica e Sardegna si staccarono dalle Baleari e, con un movimento rotatorio sinistro con centro in Provenza e una migrazione di circa 400 km., vennero a occupare le posizioni attuali. Questo stadio fu raggiunto nel Pliocene.

EVOLUZIONE PALEOGEOGRAFICA DELLA SARDEGNA

2 - *Oscillazioni del livello marino*

Le traslazioni della crosta si conclusero praticamente nel Pliocene; non cessarono però i movimenti verticali di emersione e sprofondamento, che si protrassero fino al Quaternario.

A questo complesso quadro si è sovrapposta una serie di oscillazioni del livello marino che hanno influenzato i collegamenti della Sardegna con la Corsica e col continente. Dal Miocene superiore ad oggi possiamo contare otto oscillazioni maggiori del livello marino, trascurando le fluttuazioni di minore entità.

La prima grande oscillazione negativa, che è anche la più ampia, corrisponde alla fine del Miocene, precisamente alla parte più alta del Messiniano, all'incirca da 5,7 a 5,2 milioni di anni fa.

Nel tardo Miocene il Mediterraneo comunicava con l'Oceano Atlantico attraverso due soglie: una nell'Andalusia, tra la Cordigliera Betica e la Meseta Iberica, la seconda in Marocco, tra il Rif e la Meseta Marocchina. Per effetto dei movimenti crustali le soglie si sollevarono fino a chiudere le comunicazioni con l'Atlantico, e il Mediterraneo, il cui bilancio idrico è fortemente negativo, si prosciugò nel volgere di poche migliaia di anni, precipitando enormi quantità di gesso e di sale e riducendosi a pochi laghi salati nelle depressioni più profonde. Si trattò di un evento catastrofico, nel senso che alterò radicalmente le condizioni del bacino (Hsü, Ryan & Cita 1973; Cita, Wright, Ryan & Longinelli 1978; Cita 1980). L'entità dell'abbassamento del livello marino, ovviamente diversa nei vari bacini che si vennero a formare, non è sempre facile a determinare a causa delle deformazioni della crosta terrestre, ma è dell'ordine di alcune migliaia di metri. Nel Golfo del Leone e nel Mare delle Baleari la superficie continentale conseguente al prosciugamento del mare scende a oltre —4500 m. (Ryan & Cita 1978). E' facile immaginare da questo l'influenza della crisi di salinità sulla distribuzione dei mammiferi terrestri: varie specie poterono migrare dall'Africa settentrionale all'Europa (Azzaroli & Guazzone 1980).

Alla fine del Messiniano, probabilmente in seguito a moti di scorrimento orizzontale tra i due grandi blocchi continentali, l'europeo e l'africano, si aprì lo stretto di Gibilterra e il Mediterraneo fu rapidamente invaso dalle acque: il Pliocene è caratterizzato da una generale ed estesa trasgressione marina.

Tra il Pliocene e il Quaternario sono state riconosciute altre sette oscillazioni negative del livello marino, rivelate sui continenti da periodi di erosione più intensa.

La prima regressione, corrispondente alla fase erosiva dell'Acquatraversa, iniziò in un momento non ben precisato dopo 3 milioni di anni e si concluse circa 2 milioni di anni fa (Ambrosetti, Azzaroli, Bonadonna & Follieri 1972). Le regressioni successive sono, in ordine di tempo: Aulla (Arias, Azzaroli, Bigazzi & Bonadonna 1980), circa 1,8-1,7 milioni di anni fa; Cassia, 1,0-0,8 milioni di anni; Flaminia, intorno a 0,7 milioni di anni; Nomentana, 0,4 milioni di anni; Ostiense, 0,23 milioni di anni; infine, dopo una serie di oscillazioni minori, l'ultima grande regressione corrispon-

dente alla fase finale della glaciazione würmiana, circa 20.000 anni fa. Come vedremo, le ultime fasi di regressione non hanno interesse agli effetti del popolamento della Sardegna. D'altra parte gli animali terrestri documentano che dall'inizio del Terziario e fino al Pleistocene medio la Sardegna è stata a più riprese collegata alla terraferma; se i movimenti crustali hanno avuto influenza predominante in questi collegamenti, è anche evidente che le immigrazioni di faune terrestri sono avvenute di preferenza nei periodi di mare basso.

Secondo vari autori la serie di oscillazioni eustatiche del mare, iniziata nel Miocene e protrattasi fino all'Olocene, si sovrappone a un altro fenomeno di vasta portata, un generale abbassamento del livello degli oceani dell'ordine di circa 200 m. (Fairbridge 1971). L'indagine di questo fenomeno urta tuttavia contro gravi difficoltà, proprio a causa dei ripetuti movimenti della crosta terrestre, tra i quali vanno tenute presenti anche possibili deformazioni del geode. Così, mentre le formazioni marine plioceniche si spingono fino a oltre 1000 m. sul mare nella penisola italiana, la Sardegna e la Corsica non sono state interessate che in minima parte dalla trasgressione pliocenica. In Sardegna, e limitatamente al Pliocene inferiore, il mare è penetrato per breve tratto in un solco vallivo nel Golfo di Orosei (Dieni & Massari 1966) e ha compiuto una modesta trasgressione presso Capo San Marco nella penisola del Sinis (Cherchi, Marini, Murru & Robba 1978). Non si conoscono altre formazioni plioceniche marine nell'isola.

FAUNE CONTINENTALI E FAUNE INSULARI

Come è noto, le faune insulari presentano in genere caratteri più o meno spiccati di endemismo che le distinguono dalle faune dei continenti. Nei mammiferi si osserva in generale una degenerazione marcata verso il nanismo nelle specie di grandi dimensioni e un moderato gigantismo nei roditori e talora negli insettivori. Le associazioni faunistiche insulari sono generalmente più povere che nei continenti e talora sono realmente oligotipiche; i grandi predatori sono assenti o scarsi.

La causa di queste modificazioni, che si osservano in isole di qualsiasi estensione e sotto qualsiasi latitudine, più che in fattori

ambientali è da ricercare negli alterati rapporti interspecifici (Azzaroli 1962, 1971, 1977). Dal punto di vista paleogeografico è necessaria una chiara distinzione tra faune endemiche (insulari) e faune non endemiche (continentali). Alcune isole sono state temporaneamente collegate alla terraferma e popolate da mammiferi terrestri. La presenza di una fauna di tipo continentale in un'isola è considerata prova che al momento l'isola era unita a un continente; per contro, la presenza di una fauna endemica è considerata prova di insularità. In varie isole è stata constatata la presenza, in tempi successivi, di faune continentali e di faune endemiche (Azzaroli & Guazzone 1980).

CENNO SUI GIACIMENTI FOSSILIFERI

In Sardegna i depositi fossiliferi anteriori al Quaternario sono sporadici e localizzati.

Perissodattili terrestri della famiglia dei tapiridi sono stati trovati nel bacino lignitifero di Gonnese nell'Iglesiente, di età non esattamente definita ma comunque compresa tra l'Eocene inferiore (Cuisiano) l'Eocene medio (Luteziano; Dal Piaz 1930).

Non si conoscono depositi a vertebrati dell'Oligocene. Vertebrati miocenici sono stati segnalati nel bacino lacustre di Oschiri nel Logudoro. La faunetta, descritta da De Bruijn & Rümke (1974), è troppo scarsa e specializzata per datare il deposito ma i rapporti con le formazioni marine indicano un'età langhiana (A. Cherchi, comunicazione personale). Un altro fossile ritenuto miocenico è stato segnalato nel Campidano (Comaschi 1953).

Un deposito un po' più ricco, di età pliocenica, è stato segnalato alla Mandriola presso Capo Mannu, nel Sinis (Pecorini, Rage & Thaler 1974). Un altro giacimento con scarsi vertebrati e una fauna abbastanza ricca di molluschi terrestri e d'acqua dolce è stato segnalato in un deposito di argille sabbiose lacustri intercalato tra i basalti nella valle del fiume Cedrino, presso il viadotto della strada Nuoro-Dorgali a valle del Nuraghe Su Casteddu (Esu & Kotsakis 1979). L'età è stata riferita al Villafranchiano; la fauna a molluschi contiene una specie caratteristica del Villafranchiano inferiore (Pliocene medio) del Piemonte e una specie conosciuta in Francia e Spagna nel Miocene e Pliocene inferiore, per cui sembra

che anche il giacimento di Nuraghe Su Casteddu debba essere riferito al Pliocene.

I giacimenti quaternari sono numerosi, di vario tipo e sparsi un po' dovunque nell'isola. Vertebrati sono stati trovati in terrazzi marini, dune consolidate, brecce ossifere, riempimenti di grotte. Manca finora un ordinamento cronologico delle varie località fossilifere, che probabilmente coprono un intervallo di tempo piuttosto lungo tra il Pleistocene medio e l'Olocene.

Tuttavia, come ebbi già ad osservare in altre occasioni, nel caso di popolamenti insulari il problema della datazione della fauna si presenta sotto un aspetto particolare. Trattandosi di forme endemiche e specializzate il criterio del confronto con le faune di terraferma cade in difetto. Più che la datazione esatta della fauna assume tuttavia interesse l'analisi delle sue affinità con le faune che si sono succedute nel continente. E' con questo procedimento che si possono datare i collegamenti tra isole e continenti e le immigrazioni dei vari componenti di una fauna insulare (Azzaroli 1971, 1977).

SIGNIFICATO BIOGEOGRAFICO DELLE FAUNE

I fossili più antichi, i lofiodontidi (tapiridi) di Gonnese, testimoniano di un collegamento tra Sardegna e Europa meridionale nell'Eocene e risalgono a un periodo in cui la Sardegna doveva ancora fare parte del continente. Sembra che una connessione con l'Europa persistesse ancora nell'Oligocene inferiore o medio, in modo da consentire la migrazione di antracoteridi (artiodattili sui-formi) fino alla Calabria (Azzaroli & Guazzone 1980).

La faunetta di Oschiri comprende talpidi (sono stati descritti due generi, con due specie, ma potrebbe trattarsi di un'unica specie), un soricide, tre generi di gliridi con una specie ciascuno, due generi con complessivamente tre specie di ctenodattilidi (anche questi forse riconducibili a un'unica specie). Si conoscono anche, da Oschiri e dal Campidano, due artiodattili (cervidi?) di identificazione incerta, presumibilmente miocenici per i loro manifesti caratteri di primitività. Gli artiodattili sembrano di origine europea. I micromammiferi comprendono forme di origine europea (talpidi, soricidi, gliridi) e di origine africana (ctenodattilidi). Azzaroli &

Guazzone (1980) ammettono che nell'Oligocene Corsica, Sardegna e Baleari fossero collegate all'arco Betico-Rifano. Effettivamente nell'Oligocene superiore di Mallorca compaiono mammiferi di provenienza sia europea che africana (Adrover & Hugueney 1975; Adrover, Hugueney & Mein 1977; Adrover, Hugueney & Moyà Pons 1978). Tra gli elementi europei di Mallorca compaiono anche talpidi e gliridi; tra gli elementi africani roditori delle famiglie degli ctenodattilidi e dei phiomiidi. Non risultano segnalati soricidi, che invece sono comuni nel Quaternario di Mallorca e Menorca; la loro assenza nelle faune oligoceniche potrebbe essere puramente accidentale.

Tanto la faunetta di Oschiri che le faune di Mallorca sono rappresentate da resti frammentari e molti elementi sono stati determinati solo a livello di genere o di famiglia. Un confronto approfondito tra le faune in parola è prematuro, tuttavia la faunetta di Oschiri, oligotipica e specializzata, può rappresentare un relitto di faune immigrate nel tardo Oligocene attraverso le Baleari; in particolare, la presenza di elementi di provenienza africana in Sardegna parlerebbe in questo senso.

Mentre gli ctenodattilidi non sono rappresentati nelle faune sarde più recenti, talpidi e soricidi compaiono nelle faune plioceniche e quaternarie, dove sono rappresentati da forme endemiche. E' possibile che si tratti di discendenti diretti delle faune mioceniche, e questo tanto più in quanto i talpidi sono elementi del tutto insoliti nelle faune insulari. Purtroppo gli specialisti non si sono preoccupati di indagare a fondo i rapporti sistematici tra i componenti delle varie faune. I soricidi sono più o meno ubiquitari nel Quaternario sardo mentre i talpidi presentano una diffusione più limitata, facilmente spiegabile con il loro modo di vita. La storia dei gliridi è più complicata e anche meno chiara. Non si conoscono con sicurezza discendenti dei gliridi di Oschiri.

Ginsburg & Antunes (1979) e Antunes (1979) hanno recentemente sollevato il problema della migrazione a occidente della «fauna a *Hispanotherium*», diffusa nel bacino del Tago in Spagna e Portogallo. Si tratta di una fauna ricca e alquanto diffusa, i cui rappresentanti più caratteristici, tra cui il rinoceronte elasmoteride *Hispanotherium*, hanno raggiunto la penisola iberica nel tardo Langhiano, estinguendosi senza discendenza all'inizio del Serraval-

liano. Questa fauna proviene dall'Asia ed è sconosciuta tanto in Africa che nell'Europa centrale, dove pure le faune mioceniche sono ricche e ben conosciute. Secondo Ginsburg e Antunes la fauna a *Hispanotherium* ha migrato dall'Asia Minore attraverso i Balcani e le Alpi, passando a S del mare perialpino, fino a raggiungere la Spagna. Questa via di migrazione passa inevitabilmente attraverso la Corsica, la Sardegna e le Baleari (fig. 1/4): ma della caratteristica fauna non si è ancora trovata traccia nelle isole, nelle quali non si conoscono giacimenti fossiliferi del Langhiano superiore o del Serravalliano inferiore.

Nel Pliocene della Mandriola è segnalato il gliride *Eliomys* cf. *truci*, che potrebbe essere immigrato nel Messiniano, insieme ad altri mammiferi. Pecorini, Rage & Thaler (1974) parlano in realtà di un'immigrazione nel Pliocene inferiore, un'idea che urta contro evidenti difficoltà di carattere geologico perchè tutto il Pliocene inferiore e medio è caratterizzato da un'estesa trasgressione marina. E' più probabile che alcuni elementi della fauna, segnalati per la prima volta nel Pliocene basale (Rusciniano) della Francia meridionale e della Spagna, siano immigrati prima dell'inizio della grande trasgressione marina.

Nella faunetta della Mandriola compaiono i primi muridi: *Rhagapodemus* cf. *hautimagnensis* (che daterebbe al Rusciniano inferiore la fauna) e *Apodemus mannu*, forma endemica gigante che testimonierebbe che nel Pliocene inferiore la Sardegna si trovava già in condizioni di insularità. Dal primo sarebbe disceso *Rhagamys orthodon*, un muride endemico gigante, ubiquitario nel Quaternario sardo. Sempre nella fauna della Mandriola è segnalato il primo lagomorfo ochotonide, *Prolagus* cf. *figaro* (Lopez Martinez & Thaler 1975); anche questo è immigrato verosimilmente nel Messiniano. Nel Quaternario sardo la specie *Prolagus sardus* è ubiquitaria. Nelle breccie ossifere di Capo Figari Lopez Martinez & Thaler segnalano due specie di ochotonidi, *P. sardus* e *P. figaro*, che rappresenterebbero due linee evolutive distinte. L'ipotesi è possibile, tanto più che almeno un collegamento tra Sardegna e continente è accertato alla fine del Quaternario inferiore ed è possibile che vi siano state due immigrazioni distinte di ochotonidi. Allo stato attuale tuttavia la distinzione tra *P. sardus* e *P. figaro* appare mal definita per l'esiguità dei resti.

Nel Quaternario di Capo Figari presso Olbia è segnalato *Tyrrhenoglis majori*, un gliride strettamente imparentato con una specie presente nel Miocene medio della Maremma toscana (Baccinello V1 e V2; Engesser 1976). Anche questo genere sembra essere immigrato in Sardegna nel Messiniano.

Il mustelide *Enhydriactis galictoides*, l'elefante nano *Mammuthus* (?) *lamarmorai* e il cercopitecide nano *Macaca majori* testimoniano di un collegamento tra Sardegna e continente databile in modo approssimativo tra il Villafranchiano e il Galeriano. L'arvicola *Tyrrhenicola henseli* e i cervidi *Megaceros algarensis* e specie affini datano il collegamento in modo più preciso alla regressione Cassia. *Tyrrhenicola* è derivata dalla specie continentale *Allophaiomys plio-caenicus* (Van der Meulen 1973), limitata a uno stretto periodo tra il Villafranchiano terminale e il Galeriano; *Megaceros algarensis* è derivato da *Megaceros verticornis*, vissuto esclusivamente nel Galeriano (Azzaroli 1977a). Meno significativi per datare l'immigrazione risultano il canide *Cynotherium sardous*, un suide nano e un ippopotamo, quest'ultimo rappresentato da un unico frammento rinvenuto presso Cagliari (Accordi 1955).

CONFRONTO CON ALTRE FAUNE INSULARI MEDITERRANEE

La fauna quaternaria della Sardegna è la più ricca e variata delle faune insulari mediterranee e presenta nello stesso tempo caratteri peculiari, dovuti alla sua origine complessa e relativamente antica. Elefanti e ippopotami, elementi comuni nelle altre isole, sono scarsi. L'ippopotamo è segnalato in una sola località presso Cagliari e presenta statura uguale agli ippopotami del continente (Accordi 1955); potrebbe rappresentare una popolazione immigrata al tempo del collegamento colla terraferma e non sopravvissuta nell'isola. L'elefante, a differenza degli altri elefanti insulari, tutti derivati da *Elephas namadicus* (= *E. antiquus*), è imparentato con *Archidiskodon* o più probabilmente con *Mammuthus* (Ambrosetti 1972). Gli elementi più comuni della fauna sarda sono il cervo del gen. *Megaceros*, il lagomorfo *Prolagus sardus*, i roditori *Rhagamys* e *Tyrrhenicola*, il soricide *Nesiotites similis*; meno comuni ma non rari il canide, la talpa, la bertuccia; più rari il mustelide *Enhydriactis galictoides*, il piccolo cinghiale e l'antilope. Alcuni bronzetti nuragici

con raffigurazioni di scimmie fanno pensare che la bertuccia possa essere sopravvissuta nell'Olocene. Nessun'altra isola mediterranea contiene un'associazione così ricca: non solo, ma la presenza dei carnivori, della talpa e del lagomorfo è un fatto del tutto insolito.

Le maggiori affinità faunistiche della Sardegna sono ovviamente con la Corsica, dove troviamo il lagomorfo, probabilmente identico alla specie sarda, il soricida *Nesiotites corsicanus* Bate, di statura più grande di *N. similis*, e il cervo *Megaceros cazioti* (Depéret), più piccolo e specializzato di *M. algarensis*. Nel complesso la fauna corsa è più povera, anche per la maggiore scarsità di depositi fossiliferi, ma è evidente che Corsica e Sardegna sono state a lungo unite e le piccole differenze nelle loro faune si spiegano facilmente con un distacco avvenuto nel tardo Quaternario.

Più istruttivo risulta il confronto tra le faune terziarie della Sardegna e di Mallorca. Si notano concordanze significative: la presenza di talpidi e ctenodattilidi nelle due isole non è certamente casuale. Nel Quaternario delle Baleari troviamo anche il soricida *Nesiotites*, presente a Mallorca e Menorca con la specie *N. hidalgo* Bate.

De Bruijn, Sondaar & Sanders (1977) ammettono che *Nesiotites* possa essere immigrato nelle Baleari dopo il Miocene, insieme al singolare bovide *Myotragus*, segnalato a Mallorca fino dal Pliocene (Pons Moyà 1977). Secondo questi autori *Myotragus* sarebbe strettamente imparentato con l'antilope di Capo Figari in Sardegna, e unitamente a *Nesiotites* porterebbe un argomento a favore di uno scambio diretto di faune tra queste isole nel Terziario. Ho esposto sopra i motivi per cui una migrazione pliocenica mi sembra improbabile mentre uno scambio di faune durante il Messiniano appare più convincente. In questo caso la migrazione dovrebbe avere avuto luogo attraverso il bacino evaporitico del Mare delle Baleari, probabilmente in parte prosciugato.

CONCLUSIONE

Possiamo ritenere documentati cinque periodi di immigrazioni di mammiferi terrestri in Sardegna:

- 1 - nell'Eocene inferiore o medio, dalla Francia meridionale (lofodontidi di Gonnessa);

- 2 - tra l'Oligocene superiore e il Miocene inferiore, dalle Baleari (faunetta di Oschiri);
- 3 - tra il Langhiano superiore e il Serravalliano, lungo i Balcani e l'arco delle Alpi (migrazione della fauna a *Hispanotherium*, peraltro non documentata in Sardegna);
- 4 - Nel Messiniano, dalla Francia e dalla Toscana attraverso la Corsica, forse anche dalle Baleari (muridi, lagomorfi e forse gliridi della Mandriola; *Tyrrhenoglis* e forse *Nesiotites* e l'antilope);
- 5 - durante la regressione Cassia, tra il Villafranchiano terminale e il Galeriano, dalla Toscana attraverso la Corsica (immigrazione di *Tyrrhenicola*, *Megaceros*, dell'elefante, dell'ippopotamo, del cinghiale, del canide, del mustelide *Enhydrictis*, della bertuccia).

Non vi sono elementi per documentare eventuali immigrazioni durante le regressioni marine dell'Acquatrasversa e di Aulla, che in ogni caso appaiono improbabili stante la scarsità di elementi villafranchiani nella fauna sarda. Non vi sono neppure elementi per documentare un'eventuale immigrazione durante la regressione Flaminia, che tuttavia allo stato attuale non può essere definitivamente esclusa. L'assenza di elementi tipici delle faune più tarde esclude la possibilità di collegamenti della Sardegna col continente in epoche posteriori.

Nel Pleistocene sardo sono segnalate inoltre due lontre, verosimilmente animali di ambiente marino (Malatesta 1977, 1978).

Non risultano documentati nel Quaternario sardo vari elementi della fauna attuale: la volpe, il gatto selvatico, la martora, la faina, il cervo corsicano, il daino, il muflone, il cinghiale, la lepre, il coniglio, tutti importati dall'uomo. In particolare il genere *Ovis* è del tutto sconosciuto nel Terziario e nel Quaternario europei e compare solo, con la pecora domestica, nel Neolitico.

APPENDICE

Mammiferi fossili della Sardegna

INSETTIVORI (Il segno * indica le forme endemiche,
il segno ** le forme marine).

Talpidi

- Miocene inf. (?) - Oschiri
 * *Geotrypus oschiriensis* Rümke
 * *Nuragha schreuderae* Rümke
 Pliocene - Capo Mannu (Mandriola)
Talpidae, gen. et sp. indet. (Thaler)
 Villafranchiano - Nuraghe Su Casteddu
Talpa sp. (Èsu & Kotsakis)
 Quaternario
 * *Talpa tyrrhenica* Bate. Monte San Giovanni, Capo Figari.

Soricidi

- Miocene inf. (?) - Oschiri
Crocidosorex antiquus (Pomel)
 Villafranchiano - Nuraghe Su Casteddu
Episoriculus aff. *gibberodon* (Petenyi)
 Quaternario
 * *Nesiotites similis* (Hensel) - Ubiquitario

Erinaceidi

- Gen. e sp. indet. - Mandriola, Pliocene (Thaler)

LAGOMORFI

Ochotonidi

- Pliocene - Mandriola
Prolagus cf. *figaro* Lopez & Thaler
 Quaternario
Prolagus figaro Lopez & Thaler - Capo Figari
 * *Prolagus sardus* (Wagner) - Ubiquitario, incl. Capo Figari

RODITORI

Muridi

- Pliocene - Mandriola
 * *Apodemus mannu* Thaler

Rhagapodemus cf. *hautimagnensis* Mein & Michaux
Quaternario

+ *Rhagamys orthodon* (Hensel) - Ubiquitario

Gliridi

Miocene inf. (?) - Oschiri

Myomimus sp.

Microdyromys aff. *koenigswaldi* De Bruijn

+ *Glis major* De Bruijn

Pliocene - Capo Mannu (Mandriola)

Eliomys cf. *truci* Mein & Michaux

Quaternario

+ *Tyrrhenoglis majori* Engesser - Capo Figari

Arvicolidi

Quaternario

+ *Tyrrhenicola henseli* F. Major - Ubiquitario

Ctenodattilidi

Miocene inf. (?) - Oschiri

+ *Sardomys dawsonae* De Bruijn

+ *Sardomys antoniettae* De Bruijn

+ *Pireddamys rayi* De Bruijn

CARNIVORI

Canidi

Quaternario

+ *Cynotherium sardous* Studiati - Bonaria, Dragonara, Tramariglio

Mustelidi

Quaternario

+ *Enhydriectis galictoides* F. Major - Monte San Giovanni, Capo Figari

++ *Nesolutra ichnusae* Malatesta - Grotta di Nettuno

++ *Cyrraonyx majori* Malatesta - Grotta Dragonara

PROBOSCIDATI

Elefantidi

Quaternario

+ *Mammuthus* (?) *lamarmorai* (F. Major) - Funtana Morimentu, Tramariglio, Capo Mannu

ARTIODATTILI

Suidi

Quaternario

+ *Sus* sp. - Capo Figari, Capo Mannu

Ippopotamidi

Quaternario

Hippopotamus sp. - Sauluri, presso lo stabilimento Santo Stefano (CA)

Bovidi

Quaternario

+ *Nemorhoedus* (?) *melonii* (Dehaut)

Cervidi

Miocene inferiore

Gen. et sp. indet. - Oschiri

Gen. et sp. indet. - Campidano (det. *Amphitragulus boulangeri* Pomel da Comaschi Caria)

Quaternario

+ *Megaceros algarensis* (Comaschi Caria) - Il Cantaro, Tramartiglio, Dragonara, Capo Figari, Maritza

+ *Megaceros* sp. - Monreale, Monte San Giovanni, Porto Vesme, Conca di Sinui, Carmas, Grotta del Bue Marino, Grotta dell'Inferno ecc.

PERISSODATTILI

Tapiridi

Eocene - Gonnese

+ *Lophiodon sardus* Bosco

+ *Atalonodon monterini* G.B. Dal Piaz

PRIMATI

Cercopitecidi

Quaternario

+ *Macaca majori* Azzaroli - Capo Figari, Is Ozeris.

SUMMARY

The native mammalian faunas of Sardinia are now extinct and the present fauna was imported by man in the Holocene. Mammalian remains are known from the Eocene, early Miocene, Pliocene and Pleistocene. Analysis of the Sardinian and of other faunas of the Western Mediterranean gives evidence that Sardinia was connected with Europe and invaded by terrestrial mammals at least at five different times during the Tertiary and early Middle Quaternary, and once with Northern Africa through the Balearics in the late Oligocene.

Faunal data are compared with the results of studies on the structural evolution of the Western Mediterranean and an attempt is made to reconstruct its paleogeography from the late Cretaceous to the end of the Miocene.

Owing to its complicated history the Pleistocene fauna of Sardinia is richer and more varied than the faunas of other Mediterranean islands and includes a shrew, a mole, an ochotonid lagomorph, rodents, a canid, a mustelid, a suid, a hippo, a bovid, deer, elephant and a macaque.

BIBLIOGRAFIA

- ACCORDI B., 1955 - *Hippopotamus pentlandi* H. von Meyer del Pleistocene di Sicilia. - *Palaeontogr. Italica*, **50**, Mem. 1, 52 pp.
- ADROVER R. e HUGUENEY M., 1975 - Des Rongeurs (Mammalia) africains dans une faune de l'Oligocène élevé de Majorque (Baléares, Espagne). - *Nouv. Arch. Mus. Hist. Nat. Lyon*, **13**, Suppl., pp. 11-13.
- ADROVER R., HUGUENEY M. e MEIN, 1977 - Fauna africana oligocena y nuevas formas endémicas entre los micromamíferos de Mallorca (Nota preliminar). - *Bol. Soc. Hist. Nat. de Baleares* **22**, pp. 137-149.
- ADROVER R., HUGUENEY M., MOYÀ S. e PONS J., 1978 - Paguera II, nouveau gisement de petits mammifères (Mammalia) dans l'Oligocène de Majorque (Baléares, Espagne). - *Nouv. Arch. Mus. Hist. Nat. Lyon*, **16**, Suppl., pp. 13-15.
- AMBROSETTI P., 1972 - L'elefante fossile della Sardegna. - *Boll. Soc. Geol. Ital.*, **91** pp. 127-131.
- AMBROSETTI P., AZZAROLI A., BONADONNA F.P. e FOLLIERI M. 1972 - A scheme of Pleistocene stratigraphy for the Tyrrhenian side of Central Italy. - *Boll. Soc. Geol. Ital.*, **91**, pp. 169-184.
- ANTUNES M.T., 1979 - «*Hispanotherium* fauna» in Iberian Middle Miocene, its importance and palaeogeographic meaning. - *Ann. Géol. Pays Helléniques*, Tome hors série, fasc. **1**, pp. 19-26. (VII Intern. Congr. on Mediterr. Neogene, Athens 1979).
- ARIAS C., AZZAROLI A., BIGAZZI G. e BONADONNA F.P., 1980 - Magnetostratigraphy and Pliocene-Pleistocene boundary in Italy. - *Quaternary Research*, **13**, pp. 65-74.
- AZZAROLI A., 1946 - La scimima fossile della Sardegna. - *Riv. di Sci. Preist.*, **1**, pp. 68-76.
- AZZAROLI A., 1962 - Il manismo nei cervi insulari. - *Palaeontogr. Italica*, **56**, Mem. 1, 32 pp.
- AZZAROLI A., 1971 - Il significato delle faune insulari quaternarie. - *Le Scienze*, **30**, pp. 84-93.
- AZZAROLI A., 1977 - Considerazioni sui mammiferi fossili delle isole mediterranee. - *Boll. Zool.*, **44**, pp. 201-211.

- AZZAROLI A., 1977a - A Skull of the Giant Deer *Megaceros verticornis* from Eastern Tuscony. - Atti Accad. Naz. Lincei, Rendic. Cl. Sci. Fis. (8) **61**, pp. 485-487.
- AZZAROLI A., 1979 - Critical remarks on some Giant Deer (genus *Megaceros* Owen) from the Pleistocene of Europe. - Palaeontogr. Italica, **71**, pp. 5-16.
- AZZAROLI A e GUAZZONE G., 1980 - Terrestrial mammals and land connections in the Mediterranean before and during the Messinian. - Paleogeogr. Paleoclimat. Paleocol., **29**, pp. 155-167.
- BATE D.M.A., 1944 - Pleistocene Shrews from the larger Western Mediterranean Islands. - Ann. Mag. Nat. Hist. (11) **11**, pp. 738-769.
- BATE D.M.A., 1945 - The Pleistocene Mole of Sardinia. - Ann. Mag. Nat. Hist. (11) **12**, pp. 448-461.
- BOCCALETTI M. e MANETTI P., 1978 - The Tyrrhenian Sea and adjoining regions. - In: Nairn A.E.M., Kanes W.H. & Stehli F.G., Ed.: The Ocean Basins and Margins, Vol. 4B, pp. 149-199. Plenum Publ. Co.
- CALOI L. e MALATESTA A., 1974 - Il cervo pleistocenico di Sardegna. - Mem. Ist. Ital. Paleont. Umata (N.S.) **2**, pp. 143-260.
- CHERCHI A., MARINI A., MURRU M. e ROBBA E., 1978 - Stratigrafia e paleoecologia del Miocene superiore della penisola del Sinis (Sardegna occidentale). Riv. Ital. Pal. Stratigr., **84**, pp. 973-1036.
- CITA M.B., 1980 - Quand la Méditerranée était asséchée. - La Recherche, **107**, pp. 26-35.
- CITA M.B., WRIGHT R.C., RYAN W.B.F. e LONGINELLI A., 1978 - Messinian palaeoenvironments. - Init. Rep. Deep Sea Drilling Project 42, pt. 1, pp. 1003-1035.
- COMASCHI CARIA I., 1953 - L' *Amphitragulus boulangeri* Pomel, primo mammifero terrestre segnalato nel Miocene della Sardegna. - Riv. Ital. Pal. Stratigr., **59**, pp. 91-98.
- COMASCHI CARIA I., 1970 - Nuova segnalazione di resti di scimmia nel Quaternario della Sardegna. - 7 pp. Cagliari, Soc. Editoriale Italiana.
- DAL PIAZ G.B., 1930 - *Atalonodon*, nuovo genere di Perissodattilo dell'Eocene di Gonnosa (Sardegna). - Mem. Ist. Geol. Univ. Padova, **8**, 9 pp.
- DAWSON M.R., 1969 - Osteology of *Prolagus sardus*, a Quaternary Ochotonid (Mammalia, Lagomorpha). - Palaeovertebrata, **2**, pp. 157-190.
- DE BRUIJN H. e RÜMKE C.G., 1974 - On a peculiar mammalian association from the Miocene of Oschiri (Sardinia). - Proc. Koninkl. Nederl. Akad. Wetensch. (B) **77**, pp. 46-79.
- DE BRUIJN H. SONDAAR P.Y. e SANDERS E.A.C., 1979 - On a new species of *Pseudolatinomys* (Theridomyidae, Rodentia) from the Paleogene of Mallorca. - Proc. Koninkl. Nederl. Akad. Wetensch. (B) **82**, pp. 1-10.
- DIENI I. e MASSARI F., 1966 - Il Neogene e il Quaternario dei dintorni di Orsei (Sardegna). - Mem. Soc. Ital. Sci. Nat., **15**, pp. 89-142.
- ENGESSER B., 1976 - *Tyrrhenoglis majori*, ein neuer fossiler Gliride (Rodentia, Mammalia) aus Sardinien. - Ecl. Geol. Helvetiae, **69**, pp. 783-793.
- ESU D. e KOTSAKIS T., 1979 - Restes de Vertébrés et de Mollusques continentaux dans le Villafranchien de la Sardaigne. - Geobios, **12**, pp. 101-106. Lyon.
- FAIRBRIDGE R.W., 1971 - Quaternary shoreline problems at INQUA. Quaternaria **15**, pp. 1-17. Roma.
- FICCARELLI G. e TORRE D., 1967 - Il mustelide *Enhydriactis galictoides* del Pleistocene della Sardegna. Palaeontogr. Italica, **63**, pp. 139-160.
- GINSBURG L. e ANTUNES M.T., 1979 - Les Rhinocerotidés du Miocène inférieur et moyen de Lisbonne (Portugal). Succession stratigraphique et incidences paléogéographiques. - C.R. Acad. Sci Paris, **288** (D), pp. 493-495.
- HSÜ K.J., RYAN W.B.F. e CITA M.B., 1973 - Late Miocene dessiccation of the Mediterranean. - Nature, **242**, N. 5395, pp. 240-244.
- LOPEZ MARTINEZ N. e THALER L., 1975 - Biogéographie, évolution et compléments à la systématique du groupe d'Ochotonidés *Piezodus-Prolagus* (Mammalia, Lagomorpha). - Bull. Soc. Géol. France (7), **17**, pp. 850-866.

- MALATESTA A., 1970 - *Cynoherium sardous* Studiati, an extinct canid from the Pleistocene of Sardinia. - Mem. Ist. Ital. Paleont. Umana (N.S.), 1, pp. 9-72.
- MALATESTA A., 1977 - The skeleton of *Nesolutra ichnusae* n. sp., a Quaternary otter discovered in Sardinia. - Geologica Romana, 16, pp. 173-209.
- MALATESTA A., 1978 - On the genus *Cyrraonyx* Helbing 1935 (Mustelidae, Lutrinae) and its type species. - Quaternaria, 20, pp. 109-116.
- MAXIA C., Ed., 1974 - Paleogeografia del Terziario sardo nell'ambito del Mediterraneo occidentale. - Rendic. Semin. Fac. Sci. Univ. Cagliari, Suppl., 43,
- PECORINI G., RAGE J.C. e THALER L., 1974 - La formation continentale de Capo Mannu, sa faune de vertébrés pliocènes et la question du Messinien en Sardaigne. - In: Maxia, Ed.: 305-319.
- PONS-MOYÀ J., 1977 - La nouvelle espèce *Myotragus antiquus* de l'île de Majorque (Baléares). - Proc. Koninkl. Nederl. Akad. Wetensch. (B) 80, pp. 215-221
- RYAN W.B.F. e CITA M.B., 1978 - The nature and distribution of Messinian erosional surfaces, indicators of a several-kilometer-deep Mediterranean in the Miocene. - Marine Geology, 27, pp. 193-230.
- VAN DER MEULEN A.J., 1973 - Middle Pleistocene smaller mammals from the Monte Peglia (Orvieto, Italy), with special reference to the phylogeny of *Microtus* (Arvicolidae, Rodentia). - Quaternaria, 17, pp. 1-144.