



L' AVIFAUNA FOSSILE IN CONTESTI PREISTORICI

Introduzione allo studio dei resti fossili degli uccelli

Lisa Carrera – PhD student – Università di Bologna



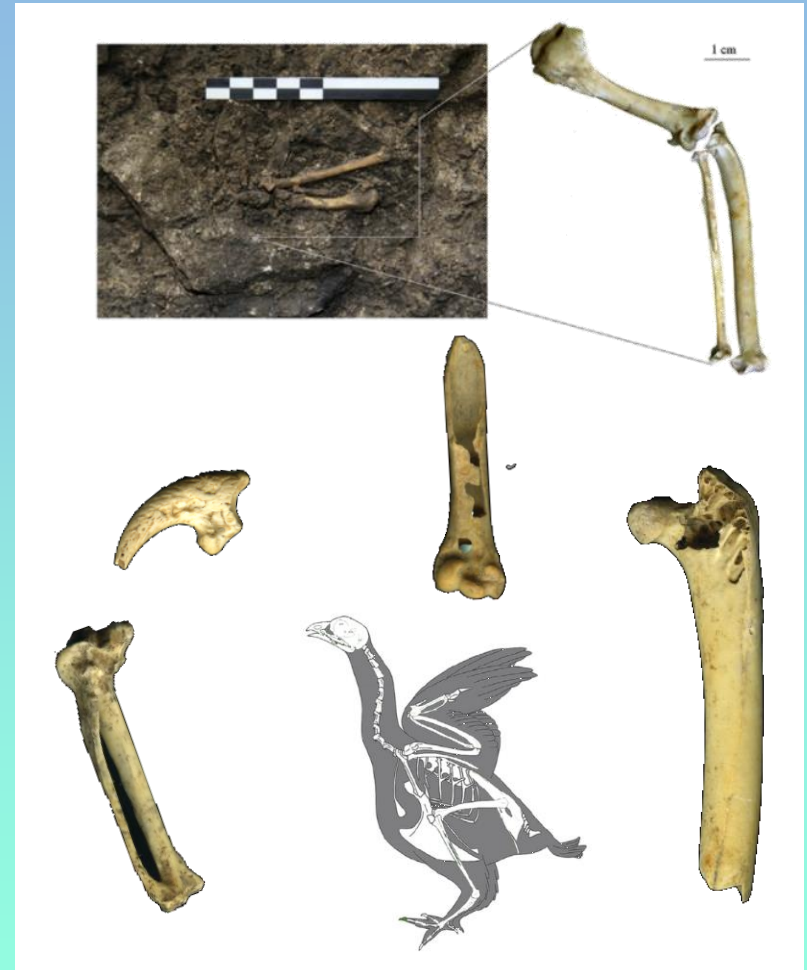
UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI FERRARA
- EX LABORE FRUCTUS -

PERCHÈ STUDIARE I RESTI FOSSILI DEGLI UCCELLI?

- Le specie attuali sono strettamente legate ad habitat precisi e sono molto sensibili a cambiamenti climatici ed ambientali: indicazioni paleoambientali e paleoclimatiche per tutto il Pleistocene
- Paleobiogeografia delle specie attuali
- Interazioni tra uomini e avifauna nella Preistoria
- Piuttosto abbondanti nei contesti deposizionali quaternari



Nonostante il potenziale, l'avifauna fossile è ancora poco studiata rispetto alla mammalofauna, forse per la scarsità di buone collezioni di confronto



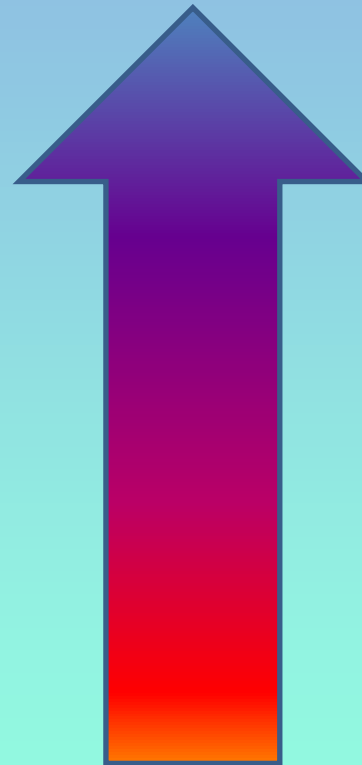


Clima ed ecologia degli uccelli

Eonothem / Eon		Erathem / Era		System / Period		Series / Epoch	Stage / Age	GSSP	numerical age (Ma)
Phanerozoic	Cenozoic	Quaternary	Pleistocene	Holocene			present	0.0117	
				Upper			0.126		
				Middle			0.781		
				Calabrian			1.806		
				Gelasian			2.588		
		Neogene	Pliocene	Piacenzian			3.600		
				Zanclean			5.333		
			Miocene	Messinian			7.246		
				Tortonian			11.62		
				Serravallian			13.82		
		Paleogene	Oligocene	Langhian			15.97		
				Burdigalian			20.44		
			Eocene	Aquitanian			23.03		
				Chattian			28.1		
				Rupelian			33.9		
				Priabonian			38.0		
				Bartonian			41.3		
				Lutetian			47.8		
				Ypresian			56.0		
				Paleocene	Thanetian			59.2	
Selandian			61.6						
Danian			66.0						

Instaurarsi dei cicli
glaciali -
interglaciali a
partire da circa 5
milioni di anni fa

IL CLIMA NEL CENOZOICO



Progressivo calo
delle temperature:
aumento aridità
(aree desertiche tra
Asia Centrale ed
Africa) ed
espansione di aree
steppiche e foreste
boreali in Europa

Mesozoico
Era dei dinosauri -
primi uccelli

Condizioni climatiche
calde con foreste tropicali
anche alle medie latitudini

Eonothem / Eon		Erathem / Era		System / Period		GSSP	numerical age (Ma)	
Series / Epoch	Stage / Age							
Phanerozoic	Cenozoic	Quaternary	Holocene				present	
			Pleistocene	Upper Pleistocene				0.126
				Calabrian				0.781
				Gelasian				1.808
		Pliocene	Piacenzian				2.588	
							3.600	
		Neogene	Messinian					7.246
				Tortonian				11.62
			Miocene	Serravallian				13.82
				Langhian				15.97
				Badenian				20.44
				Aquitanian				23.03
		Oligocene	Chattian				28.1	
			Rupelian				31.9	
		Paleogene	Eocene	Priabonian				38.9
				Ypresian				41.3
				Lutetian				47.8
			Paleocene	Ypresian				47.8
Thanetian						56.0		
Selandian						59.2		
	Danian				61.6			
					66.0			

Negli ultimi 3 milioni di anni le specie sono quelle attuali, con qualche specie in più (estintasi nel corso del Pleistocene e dell'Olocene)



Nuovo peggioramento climatico alla fine del Pliocene: le specie attuali hanno origine in questo periodo. Le nuove forme, grazie alla plasticità del comportamento migratorio, al cambiamento della dieta, e alla tolleranza bioclimatica sopravvivono alle condizioni glaciali

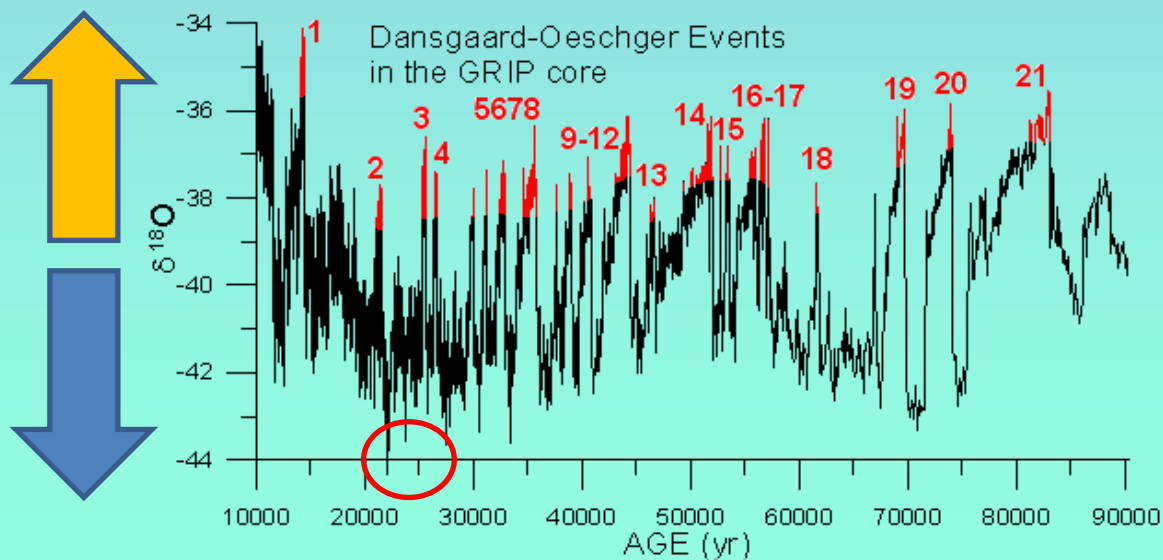


Peggioramento climatico a metà del Miocene: si estinguono la maggior parte delle specie adattate al clima caldo delle epoche precedenti e nascono le forme moderne, in grado di affrontare le nuove condizioni climatiche

Il **Pleistocene** (2,58 milioni – 11.700 anni fa) è stato caratterizzato dall'alternarsi di forti oscillazioni climatiche (fasi glaciali e interglaciali, con oscillazioni minori dette stadiali ed interstadiali).

Ultimo Massimo Glaciale: 26,5-19 mila anni dal presente:

- Calotta glaciale copriva l'Europa del Nord fino alla Germania
- Abbassamento del livello del mare (regressione) di 130 metri sotto il livello attuale
- Contrazione delle foreste nelle aree più meridionali dell'Europa, espansione steppa
- Linea degli alberi: 700 m slm
- 11.700 anni fa inizia l'Olocene: il clima migliora e si entra nell'attuale Interglaciale



Adattamenti degli uccelli alle oscillazioni climatiche

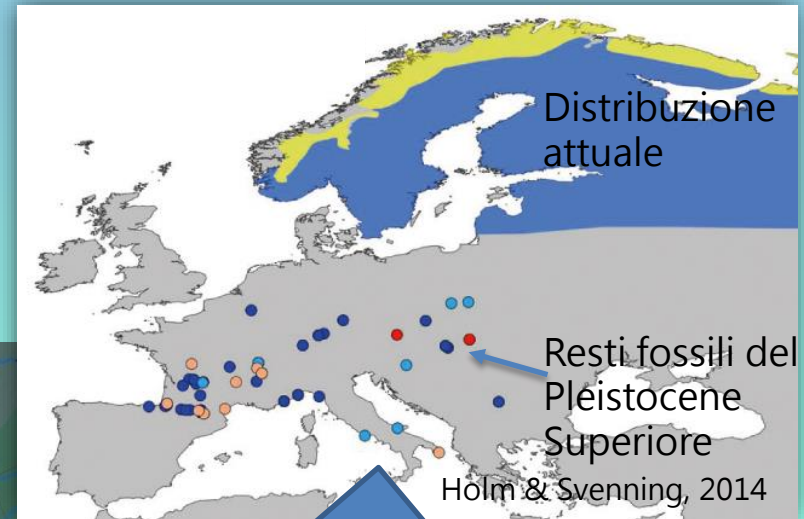
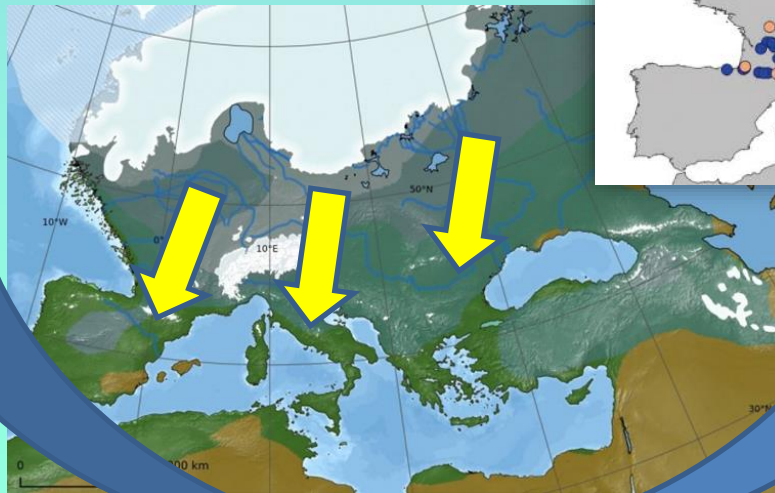
- Variazioni nella distribuzione geografica
- Adattamenti morfologici (cambiamenti di taglia e nelle proporzioni corporee)
- Modifiche comportamentali (cambiamenti nella fenologia, nella porzione di individui migratori all' interno di una popolazione, lunghezza del periodo riproduttivo)

Range shifts nel passato

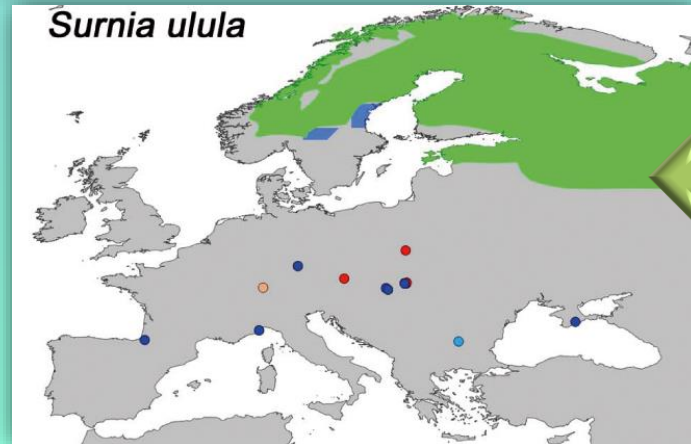
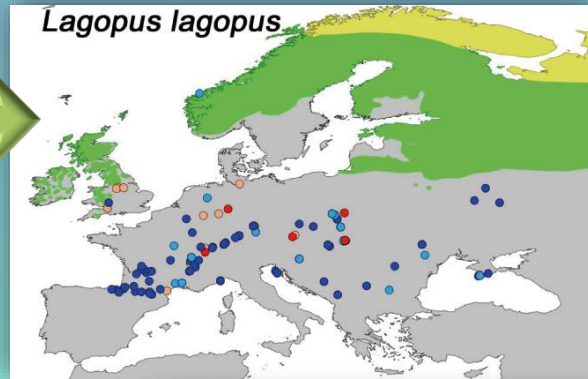
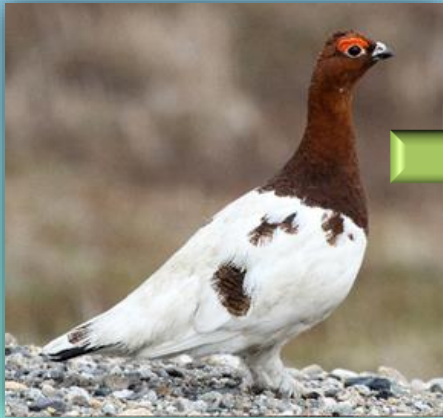
- Durante i periodi glaciali, l' Europa mediterranea ha rappresentato una «area rifugio» per le specie artiche, subartiche e boreali

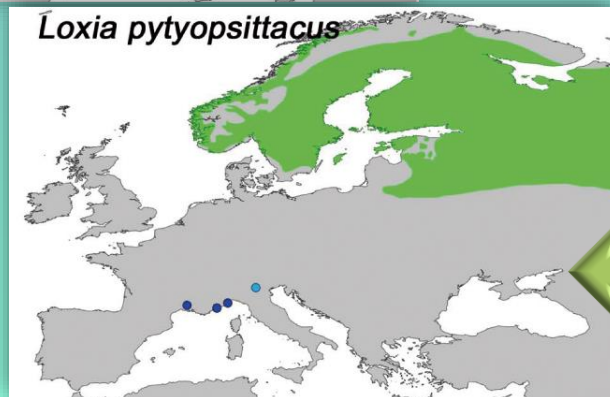
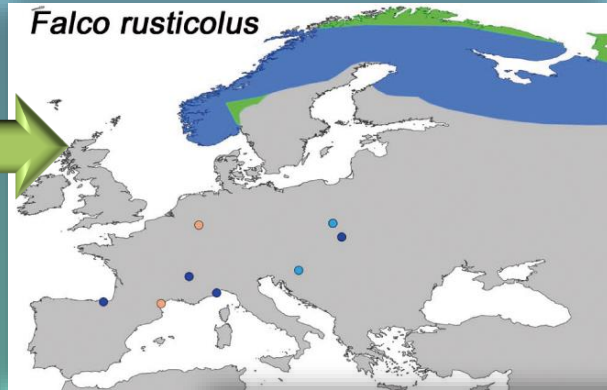
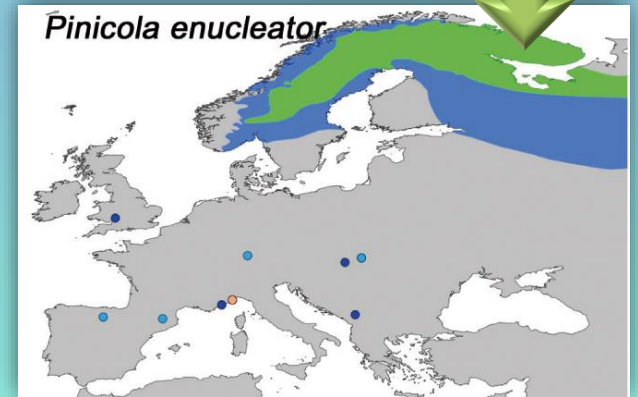
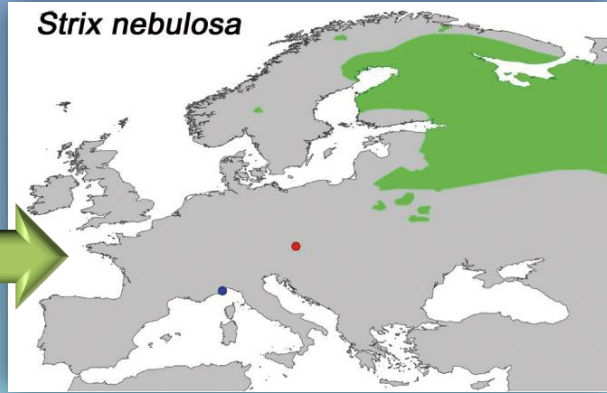


Bubo scandiacus

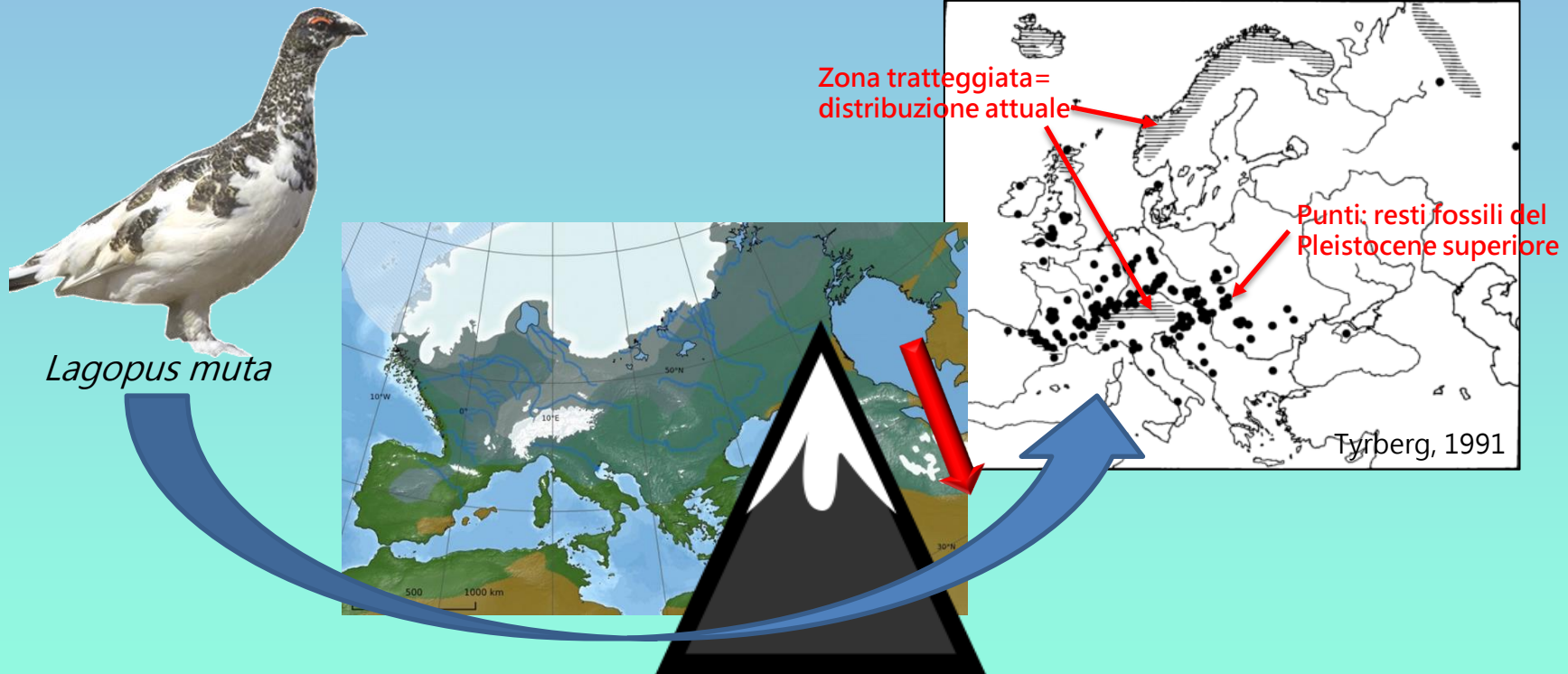


Resti fossili di queste specie, tra le quali *Lagopus lagopus*, *Bubo scandiacus*, *Surnia ulula*, *Strix nebulosa*, *Falco rusticolus*, *Loxia pytyopsittacus*, *Pinicola enucleator* sono stati rinvenuti in Italia.





- Durante i glaciali, le specie delle medie latitudini adattate a climi freddi erano molto più diffuse rispetto ad oggi a causa dell' abbassamento di quota delle fasce vegetazionali altitudinali. Durante le fasi calde, come quella attuale, l' areale di queste specie è ridotto alle alte latitudini e alle aree montane delle medie latitudini



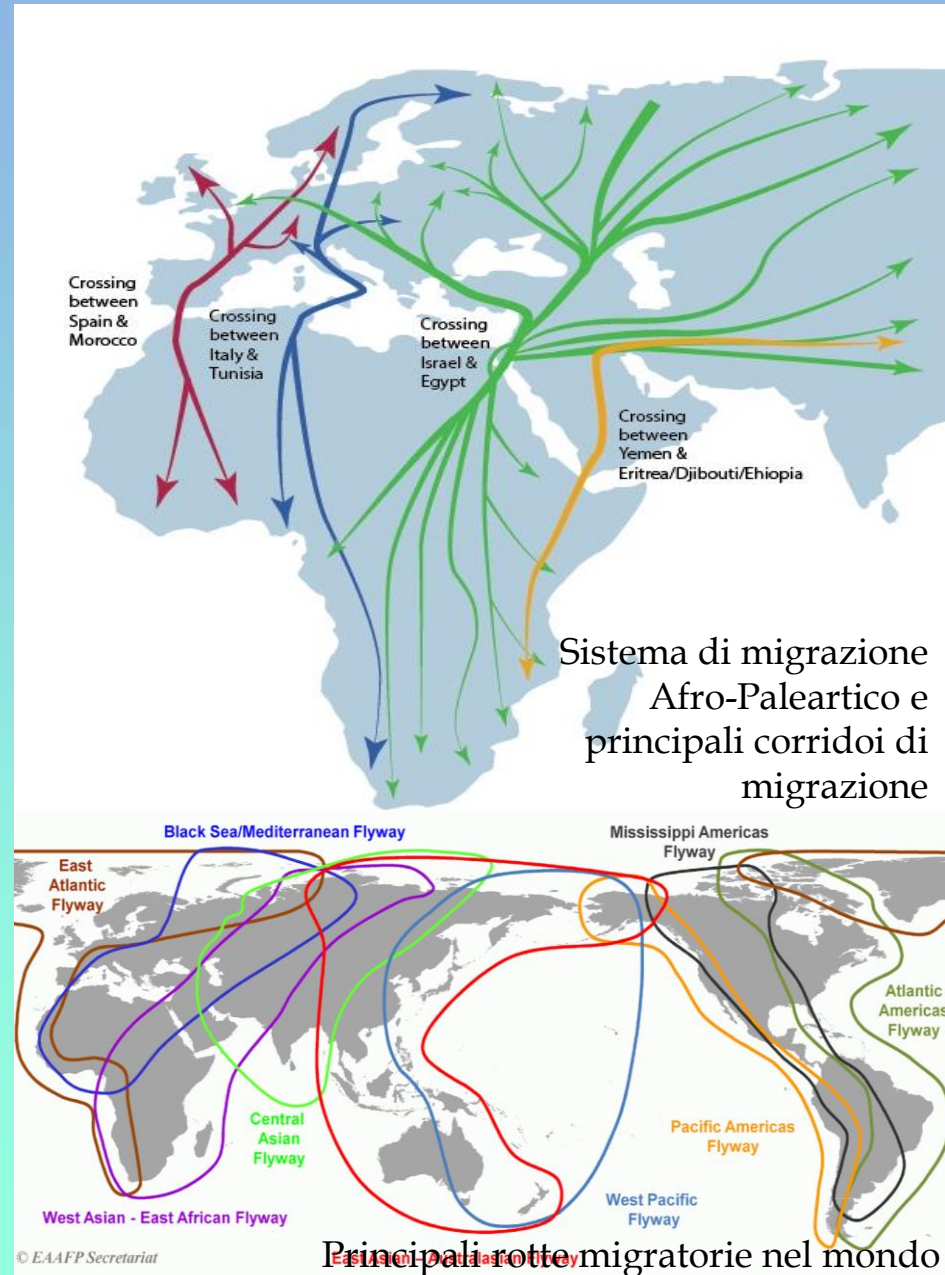
- Le specie più tipicamente mediterranee e di climi più caldi sopravvivevano, durante i glaciali, con popolazioni isolate alle estreme propaggini dell' Europa meridionale

La distribuzione e la diversità genetica delle specie attuali è il risultato di tutti questi processi, ripetuti ciclicamente nel corso degli ultimi milioni di anni:

- Contrazioni degli areali di distribuzione seguite da nuove espansioni e ricolonizzazioni
 - Shift latitudinali ed altitudinali
 - Estinzioni locali
- Isolamento delle diverse popolazioni nelle fasi di contrazione, con fenomeni di speciazione

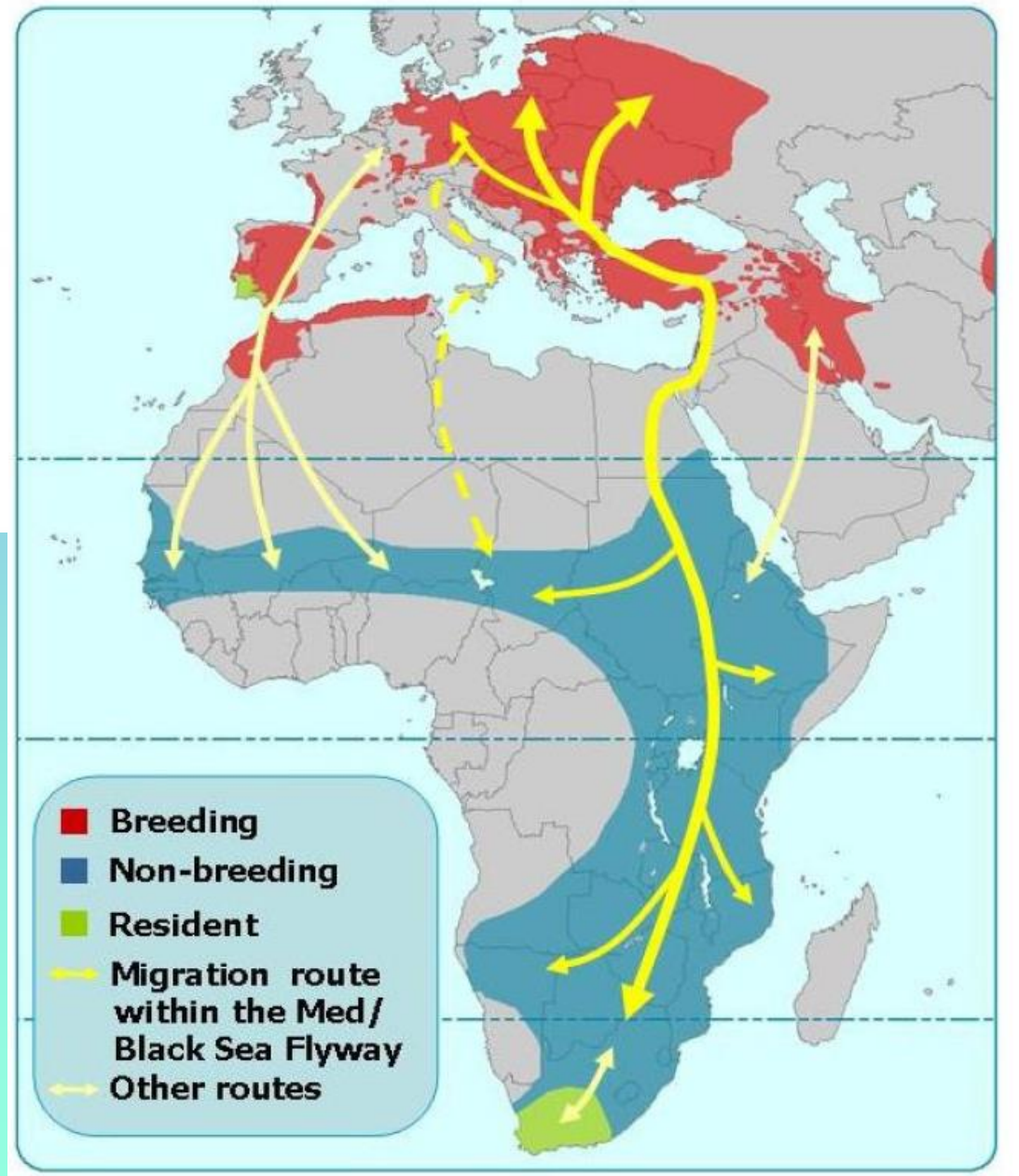
I movimenti degli uccelli

- Le specie sedentarie passano tutto l'anno nella stessa area geografica, mentre le specie migratrici (a corto o a lungo raggio) si spostano dai quartieri riproduttivi, situati a nord e frequentati durante la primavera-estate, a quartieri di svernamento situati a sud
- La migrazione è un adattamento atto a massimizzare le possibilità di sopravvivenza in un ambiente con accentuata stagionalità, conseguenza della mancanza delle risorse trofiche necessarie alla sopravvivenza e della diminuzione delle ore di luce durante le stagioni fredde alle latitudini medio-alte
- La proporzione di specie e individui migratori aumenta con la latitudine
- I primi migratori potrebbero aver avuto origine nel Miocene, durante il passaggio da condizioni climatiche tropicali (scarsa stagionalità) a temperate (stagionalità accentuata). Le dinamiche migratorie si sono affermate durante il Pleistocene con l'intensificarsi delle oscillazioni climatiche



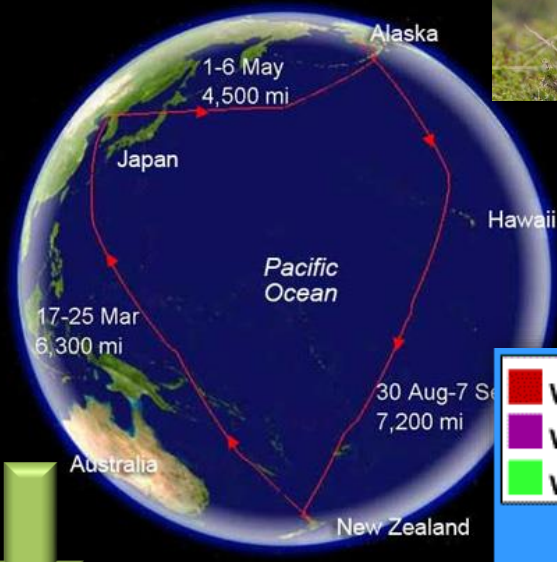


Ciconia ciconia





I record della migrazione



Pittima minore (*Limosa lapponica*): volo non-stop sul Pacifico, 11.500 km in 9 giorni

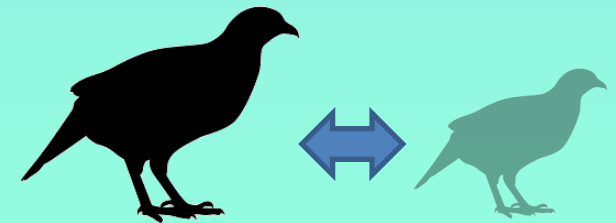
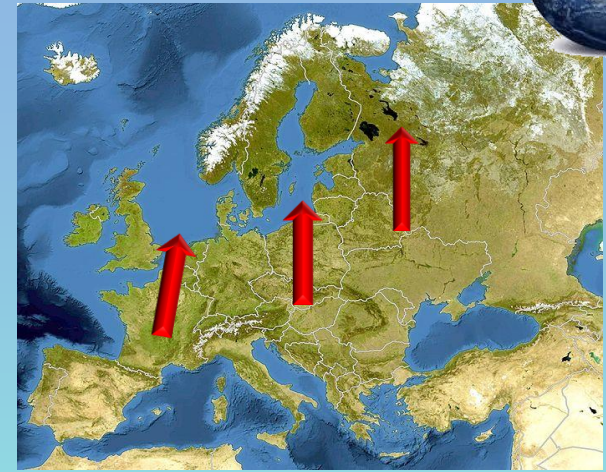
Sterna artica (*Sterna paradisaea*): 71.000 km all'anno



Gli effetti del global warming



- Gli areali di distribuzione si stanno espandendo verso nord e verso quote maggiori
- In alcune specie sta diminuendo la taglia corporea media
- Variazioni nelle abitudini migratorie e nei cicli riproduttivi: migrazione primaverile anticipata, migrazione autunnale ritardata, allungamento del periodo riproduttivo (+ nidiate), aumento della porzione residente nelle specie migratrici



Lo stato di conservazione degli uccelli e le principali minacce

- Il global warming, causato dall' introduzione massiva e in continua crescita di gas serra ad opera dell' uomo, è più veloce delle oscillazioni calde Pleistoceniche ed ha caratteristiche e dinamiche differenti. Il suo impatto sugli ecosistemi può essere quindi imprevedibile e drammatico
- Sono in pericolo soprattutto le specie montane e di climi freddi, che potrebbero non stare al passo con la velocità del cambiamento climatico, e le specie migratrici a lungo raggio, perché esposte al «rischio climatico» di ognuno dei siti che utilizzano per le soste migratorie (ecological mismatch), per la competizione con le specie residenti nelle aree riproduttive, per l' aumento della distanza migratoria, e per la perdita dell' habitat e caccia intensiva lungo le rotte migratorie ad opera dell' uomo



- Report BirdLife 2020, STATE OF THE WORLD' S BIRDS: cambiamento climatico è tra i fattori responsabili del declino di molte specie di uccelli e rappresenta una minaccia emergente e sempre più seria, ma il declino numerico nelle popolazioni di molte specie di uccelli è causato in misura maggiore dall' espansione dell' agricoltura intensiva, dal disboscamento, ma anche dall' introduzione di specie alloctone e dal bracconaggio.



- In Europa è in atto una drammatica perdita di biodiversità dovuta all' espansione dell' agricoltura intensiva con conseguente distruzione di habitat naturali.



- Ecological Armageddon: dal 1989 al 2016 la Germania ha perso il 75% in massa di insetti a causa delle pratiche agricole e dell' uso di pesticidi



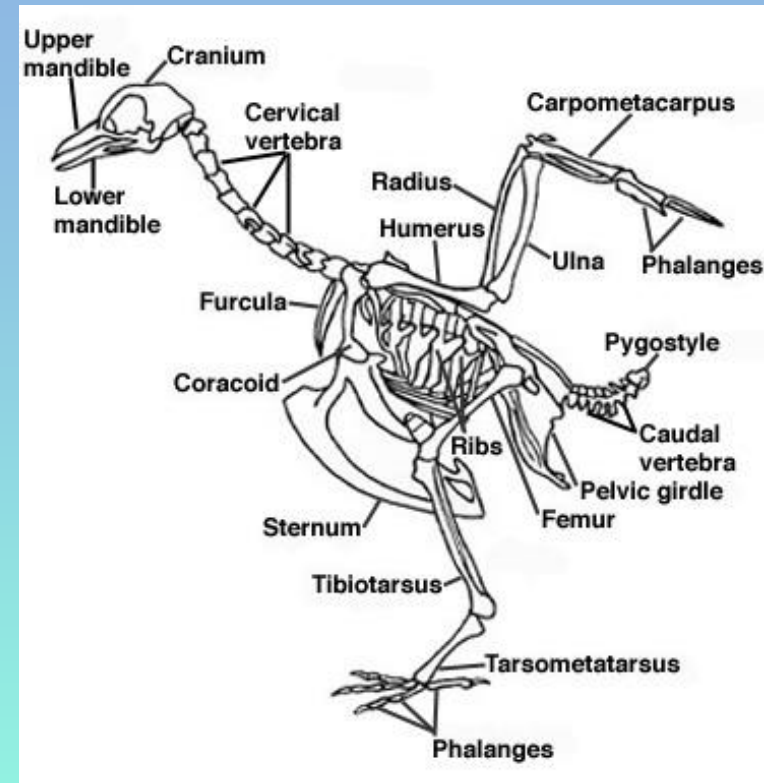
- Aumento delle specie generaliste e di quelle legate alla presenza dell' uomo

Lo studio dei resti



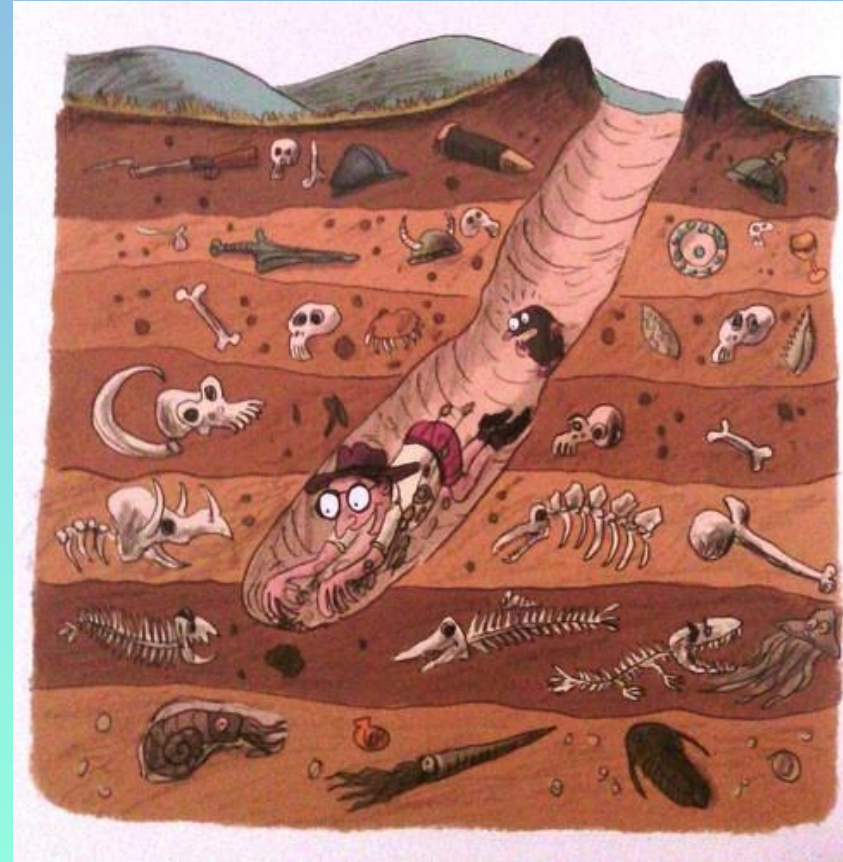
LE OSSA DEGLI UCCELLI

- **Osso corticale sottile e leggero**
- **Pneumatizzazione** (presenza di sacche aeree che originano dai polmoni e penetrano negli organi e nelle ossa degli uccelli con lo scopo di ridurre il peso ed aumentare l'efficienza respiratoria)
 - **Presenza delle trabecole** (sottili impalcature ossee nella cavità midollare che aumentano la resistenza dell'osso)
 - **Fusione di alcuni elementi**
- Questi adattamenti sono legati alla riduzione del peso per facilitare il volo: **scheletro leggero ma forte**



Alla ricerca del passato

- **Processo di sedimentazione:** l'accumulo dei sedimenti avviene per sovrapposizione di quelli più recenti su quelli più antichi
- **Uno strato** è uno spessore di sedimento che rappresenta un "evento deposizionale" avvenuto durante un certo intervallo temporale
- **L'archeologo riconosce uno strato dall'altro** e scava uno strato alla volta, per differenziare i contenuti dei diversi strati, che avranno età diverse
- **L'attività di un archeologo è come prendere un "ascensore del tempo"**, dove ogni strato è un piano diverso: più si va giù, più gli strati e il loro contenuto sono antichi.



- Le grotte rappresentano un importante archivio del passato: sono contesti protetti dagli agenti atmosferici, quindi i resti archeologici e paleontologici contenuti nei sedimenti di grotta si conservano meglio
- Le grotte ci hanno restituito la maggior parte delle evidenze sul passato delle specie umane: i gruppi di cacciatori-raccoglitori del Paleolitico le utilizzavano come ripari momentanei o prolungati, lasciando i resti delle loro attività (focolari, resti degli animali che mangiavano, strumenti in selce)



Ogni resto ha una storia da raccontare..

- I resti degli uccelli in molti depositi di grotta sono il risultato dell'azione di diversi agenti di accumulo: rapaci notturni, carnivori, uomini, ma anche morte naturale.
- Dopo la deposizione sul suolo, il resto osseo, nei millenni, viene sepolto dai sedimenti. L'intensità dei processi post-deposizionali ne influenza lo stato di conservazione
- La “tafonomia” è l'insieme dei processi chimici e fisici che un osso subisce dal momento della morte dell'individuo al momento in cui viene rinvenuto da un archeologo.
- Come può l'archeologo ricostruire la storia di ogni resto e capire chi è l'agente di accumulo?



L'analisi tafonomica (analisi della superficie dei resti ossei) indica l'origine della presenza delle ossa in un deposito:

- **Carnivori:** tracce di masticazione sulle ossa delle prede (fori dei denti, asportazione completa delle epifisi)



- **Rapaci (soprattutto notturni):** le ossa delle prede contenute nelle borre mostrano una lieve corrosione, prodotta dagli acidi gastrici dei rapaci notturni

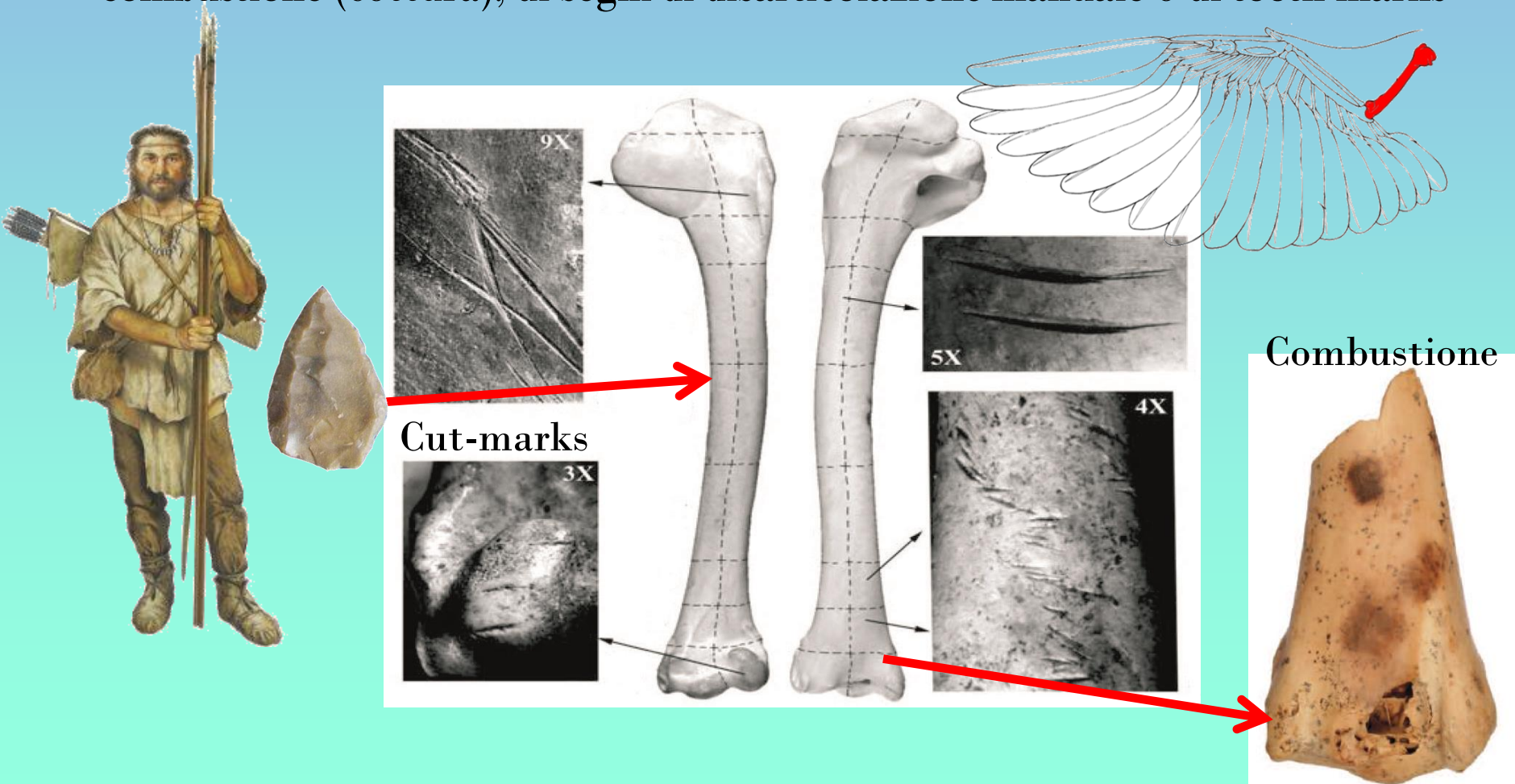


- La presenza nel deposito per morte naturale è comune nel caso di specie che nidificano o riposano presso le pareti e le cavità rocciose: alcuni corvidi, columbidi, strigidi, accipitridi, falconidi, rondini e rondoni.



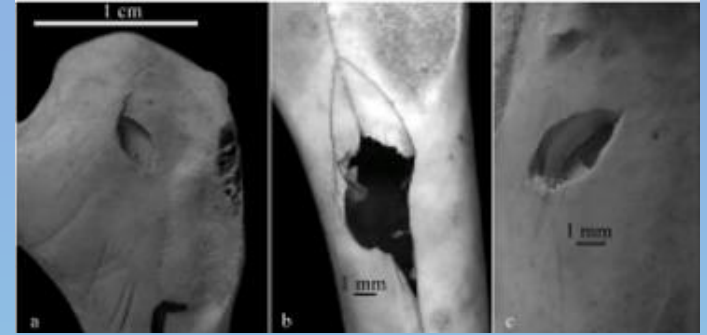
- **Uomini: caccia e sfruttamento alimentare**

Presenza sulle ossa di **strie di macellazione** o *cut-marks* (incisioni, con sezione a v, lasciate inavvertitamente da strumenti in selce durante azioni di spellamento/scarnificazione/disarticolazione della carcassa), ma anche di **combustione** (cottura), di segni di **disarticolazione manuale** o di **tooth marks**

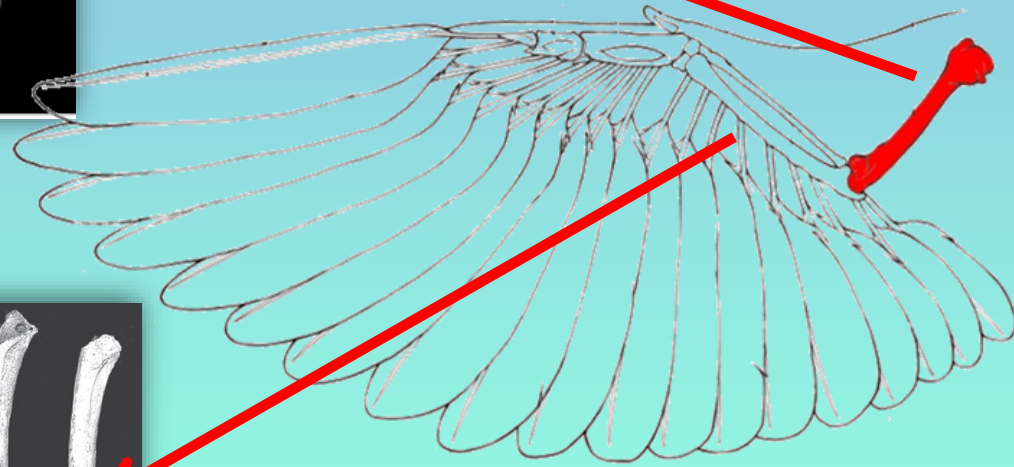




Disarticolazione manuale



Tooth marks



Nella interpretazione delle tracce antropiche riscontrate nel record archeologico sono state di fondamentale importanza le attività di sperimentazione

IDENTIFICAZIONE DEI RESTI



Utilizzo di **collezioni di confronto ornitologiche**: raccolte di scheletri di individui moderni.

Sono poche le collezioni di confronto ornitologiche in Italia.

L'utilizzo di atlanti osteologici è spesso poco utile per una determinazione dettagliata.

- Ogni esemplare deve essere correttamente classificato, preparato e conservato



- La preparazione di un esemplare può avvenire con diverse procedure, previa spellatura: macerazione in acqua, bollitura, seppellimento, utilizzo di dermestidi



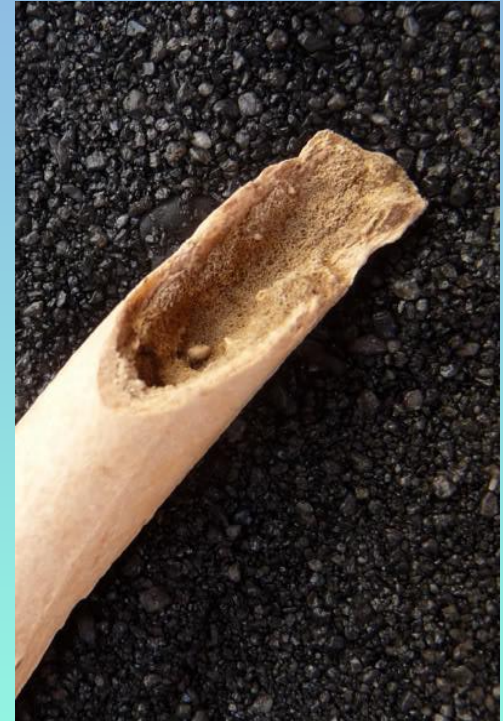
- Alla fine della fase di preparazione le ossa vengono pulite e sbiancate tramite passaggio in soluzione di ammoniaca, per poi essere archiviate all'interno della collezione



SESSO

Si può dedurre da due aspetti:

- **Osso midollare:** presente solo nelle femmine nel periodo di deposizione delle uova, è un deposito di calcio nella cavità midollare di molte ossa (soprattutto femori e tibiotarsi) che funge da riserva di calcio per la formazione del guscio delle uova
- **Dimensioni:** in molti ordini esiste un accentuato dimorfismo sessuale (es: in molti rapaci, la femmina è più grande del maschio, mentre nei galliformi è il maschio ad essere più grande)



ETÀ



Osso giovanile,
caratterizzato da
superficie porosa e
fibrosa ed epifisi non
ancora formate: è
presente nei giovani
durante le prime
settimane di vita



STAGIONALITÀ

ossa giovanili

(giovani nelle prime settimane di vita)



osso midollare

(femmine nel periodo della cova)



Indicano che la specie era in quel luogo nidificante, quindi presente nel periodo riproduttivo: primavera/estate.

Se i resti in questione mostrano anche tracce antropiche, si può dedurre una occupazione stagionale del sito da parte dei gruppi umani. Anche la presenza di gusci di uova indica il periodo primaverile-estivo, ma il loro ritrovamento è estremamente raro nei siti paleolitici

UCCELLI COME INDICATORI PALEOAMBIENTALI

Le specie ornitiche hanno bisogni molto specifici per quanto riguarda l'habitat, particolarmente per quanto riguarda il tipo di vegetazione, e sono molto sensibili ai cambiamenti ambientali.

Assumendo che le caratteristiche ecologiche e gli habitat selezionati dalle specie moderne fossero gli stessi anche nel passato, le specie presenti in un deposito allo stato fossile forniscono importanti indicazioni paleoambientali.

Per interpretare correttamente il dato fossile è necessaria la conoscenza delle abitudini delle specie attuali.

- Le specie migratrici, a causa della loro elevata mobilità, spesso non possono essere associate ad un unico ambiente. Durante il viaggio di migrazione possono frequentare ambienti diversi da quelli dove nidificano o svernano. Alcune specie frequentano ambienti diversi tra aree di riproduzione e aree di svernamento
- Le specie sedentarie sono più utili per le ricostruzioni paleoambientali rispetto alle specie migratrici



Combattente (*Philomachus pugnax*): migratore, in estate tundra/taiga, in inverno e in migrazione zone umide



Re di quaglie (*Crex crex*): migratore, nidifica in prati umidi e sverna in savana. Durante la migrazione frequenta molti ambienti diversi



Gallo cedrone (*Tetrao urogallus*): sedentario, foreste di conifere

UCCELLI COME INDICATORI PALEOCLIMATICI

Clima più rigido dell'attuale:

- Ritrovamento di resti fossili di specie boreali ed artiche alle nostre latitudini

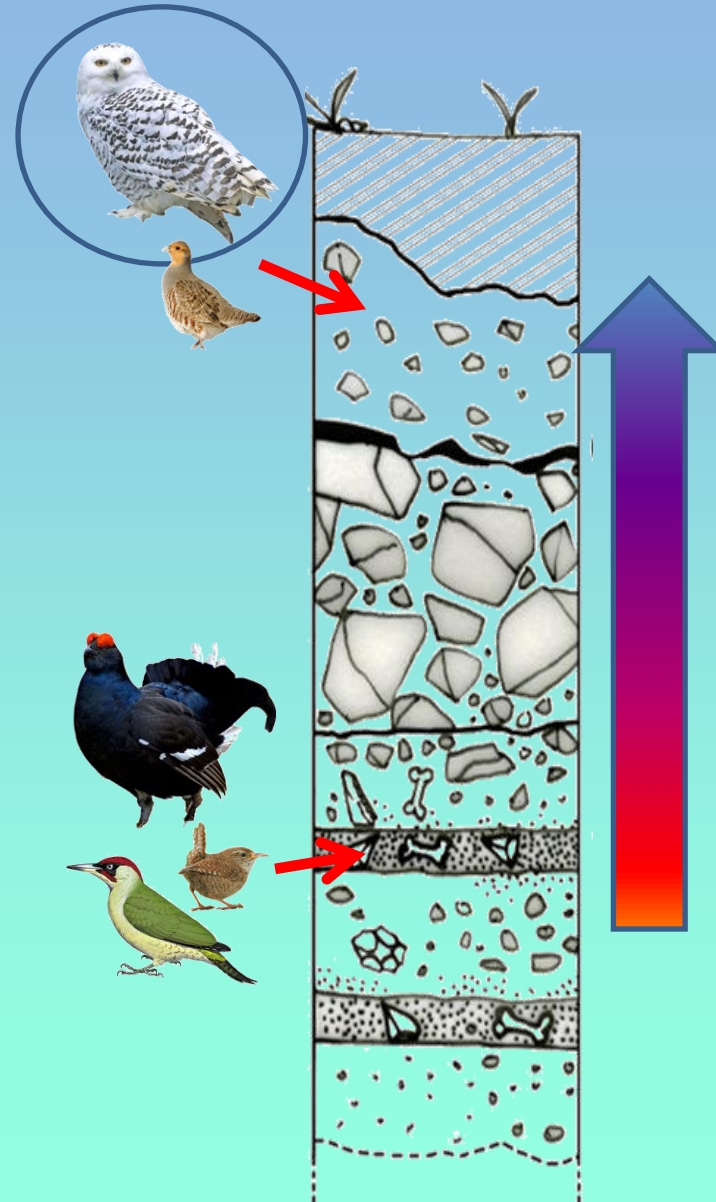


- Ritrovamento a basse quote di specie che oggi vivono solo in aree di alta montagna

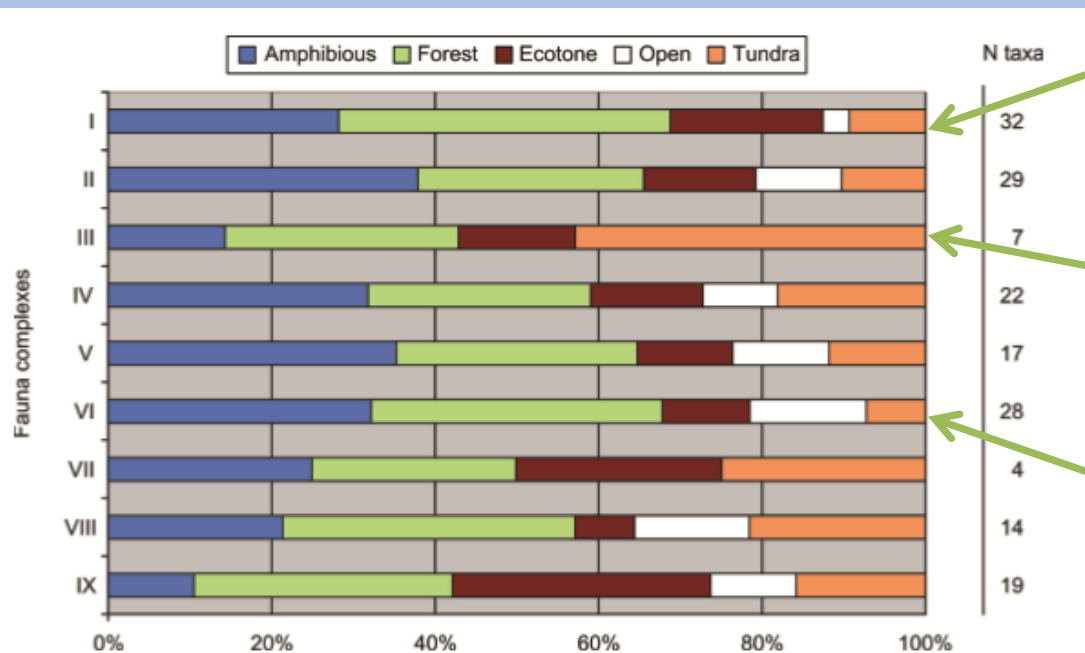


INDICAZIONI PALEOCLIMATICHE

- Presenza di marcatori freddi (specie boreali-artiche alle medie latitudini, specie di alta quota a quote basse): clima più freddo dell'attuale.
- Tendenze all'interno di un deposito: variazioni delle specie o della proporzione tra specie di diversi ambienti nei diversi livelli.



Trend nella abbondanza relativa dei taxa di diversi ambienti: Bisnik Cave (Polonia)



Olocene – Aumento taxa forestali e diminuzione taxa di tundra e ambienti aperti – fase calda

Middle Plenivistulian (56 ka BP ca) – Aumento taxa di tundra e diminuzione taxa di foresta – fase fredda

Eemiano (130 ka BP ca) – Aumento taxa forestali e diminuzione taxa di tundra e ambienti aperti – fase calda

FIGURE 3. Percentage share of bird taxa (numbers of taxa) breeding in five groups of habitats, excavated in particular layers in Biśnik Cave (based on data from Table 2). The correlation between particular fauna complexes and their geological age is explained in Table 1. Immagine da Tomek et al., 2012

Nelle fasi fredde prevalgono i taxa di ambienti aperti e freddi (steppe, tundra) a causa dell'aumentata aridità e ritiro della copertura forestale. Nelle fasi calde aumentano i taxa forestali e per aumento umidità e aree arborate