

ITALO MARCELLINO

Istituto policattedra di Biologia animale, Catania

## **Opilioni cavernicoli italiani**

La fauna sotterranea italiana è a tutt'oggi scarsamente conosciuta per quanto riguarda gli Opilioni: mentre per altri gruppi animali si hanno ormai discrete conoscenze al proposito, non si può certo affermare che quest'ordine di Aracnidi abbia mai costituito nel nostro Paese oggetto di metodiche ed accurate indagini di carattere biospeleologico, pur essendo discretamente rappresentato nell'ambiente ipogeo.

Sull'opiliofauna sotterranea d'Italia mancano infatti lavori d'insieme, non potendo far testo al riguardo le segnalazioni riportate nella vecchia ricerca di Gozo sugli Aracnidi di caverne italiane, del 1908, e neppure le citazioni comprese nel Catalogo degli animali cavernicoli di Wolf (1936, Part. 8-9), il quale si riferisce abbondantemente al lavoro testè citato, che è piuttosto impreciso e molto poco attendibile nella maggior parte delle determinazioni specifiche.

Abbiamo nondimeno alcuni brevi lavori in cui, tra gli altri Aracnidi, vengono forniti elenchi di Opilioni ipogei, relativamente ad alcune regioni italiane: tra questi possiamo citare quelli di Caporiacco (1940, 1947 e 1950, per regione Veronese, Trentino e Liguria), di Lanza (1942, Toscana), Conci (1951, Venezia Tridentina), Cerruti (1968) e Puddu & Pirodda (1973) per la Sardegna. Altre notizie relative ad Opilioni di grotte italiane sono reperibili in poco più di una ventina di lavori di Autori vari, buona parte dei quali sono stati pubblicati negli ultimi quindici anni: tra questi, particolarmente utili per una migliore conoscenza dell'Opiliofauna ipogea d'Italia mi sembrano quelli di Brignoli (1968), Brignoli & Raffaelli (1978), Dresco & Derouet (1960), Juberthie (1963 e 1974) e Martens (1969/a e 1978).

Dalla raccolta dei dati dispersi in letteratura risulta che a tutt'oggi sono state menzionate ben 54 specie di Opilioni provenienti da poco più di un centinaio di grotte italiane, ciò che ammonterebbe a circa un terzo dell'intera opiliofauna nazionale; da un attento esame delle entità segnalate, si può osservare che nove di esse sono sinonimi accertati di altre specie, che già figurano tra le 54: si tratta di *Kratochviliola cavernicola* Roewer, 1935 (= *Peltonychia postumicola* (Roewer, 1935)), *Kratochviliola parolinia* Roewer, 1935 (= *Peltonychia leprieuri* (Lucas, 1860), *Scotolemon querilhaci* Lucas, 1864 (= *Holoscotolemon oreophilum* Martens, 1978), *Dicranolasma latifrons* Simon, 1879 e *Dicranolasma wiehlei* Kraus, 1959 (= *D. soerenseni* Thorell, 1876), *Ischyropsalis apuanus* Caporiacco, 1930 ed *Ischyropsalis herbstii* C.L. Koch, 1848 (= *I. adamii* Canestrini, 1873), *Ischyropsalis ruffoi* Caporiacco, 1947 ed *Ischyropsalis knirschi* Roewer, 1950 (= *I. strandi* Kratochvil, 1936).

Per altre cinque specie (*Scotolemon lespesi* Lucas, 1860, *Dicranolasma scabrum* (Herbst, 1799), *Trogulus aquaticus* Simon, 1879, *Ischyropsalis dispar* (Simon, 1872) ed *Ischyropsalis luteipes* Simon, 1872), sarebbe da escludere la presenza nelle cavità italiane per le quali sono state citate, trattandosi di specie il cui areale di distribuzione è circoscritto a territori, per lo più limitati, estranei al nostro Paese.

Per altre due specie, infine, si rende necessaria una verifica dei reperti ipogei italiani, per i quali ritengo sussistano non pochi dubbi: si tratta di *Trogulus salfii*, istituito da De Lerma (1948) per due individui provenienti da una grotta del Salernitano (ma non più ritrovato) e *Trogulus tricarinatus*, di cui non esiste alcuna citazione relativa a catture in grotta se si eccettua quella dovuta a Boldori (1934) per il Bus de le Strie, nel Bresciano. Pur non avendo la possibilità di rintracciare il materiale relativo a questi reperti, ritengo che le suddette citazioni riguardino probabilmente esemplari giovani, che potrebbero appartenere alla specie *Trogulus nepaeformis*, per la quale è viceversa accertata la presenza in diverse cavità italiane.

Complessivamente sono dunque sedici le specie già citate per la nostra fauna sotterranea, che per i motivi anzidetti o non si possono per ora tenere in considerazione, oppure vanno definitivamente cancellate; non può nemmeno escludersi che ulteriori controlli, non sempre però effettuabili vista la estrema difficoltà di esaminare il materiale originale, sovente non più rintracciabile, possano in

futuro aumentare tale numero. Occorre a tal proposito ricordare che un certo numero di specie è stato menzionato in epoche in cui la sistematica degli Opilioni era molto più lacunosa di quanto non lo sia oggi, e che di esse non si sono più avute notizie di ritrovamento nell'ambiente ipogeo.

Sono invece da considerare nuove per la opiliofauna sotterranea italiana altre otto specie, che ho identificato tra il materiale che gli amici L. Briganti e G. Gardini (Gruppo Entomologico Ligure), D. Caruso (Università di Catania), G. Grafitti (Gruppo Speleologico Sassarese) e G. Osella (Museo Civico di Storia naturale di Verona) mi hanno gentilmente affidato in studio: approfitto dell'occasione per ringraziarli tutti sentitamente.

Delle specie in questione, due (*Dicranolasma cristatum* Thorell, 1876 e *Dicranolasma apuanum* Marcellino, 1970) provengono da grotte liguri ubicate in provincia di La Spezia e sono endemiche rispettivamente dell'Appennino settentrionale (fino a Firenze) e delle Alpi Apuane: in quest'ultimo distretto le due specie sono sintopiche. Quattro altre specie provengono da cavità della regione Veronese: oltre al notissimo *Phalangium opilio* Linneo, 1761, abbiamo *Trogulus tingiformis* C.L. Koch, 1848, dall'areale disgiunto che comprende parte delle Alpi orientali, Balcani e Carpazi, *Histicostoma dentipalpe* (Ausserer, 1867), già noto di grotte extra-italiane (Jugoslavia) e *Nelima semproni* Szalay, 1951, il cui areale si estende dalla Polonia e dalla Germania orientale fino all'Appennino centrale (Monti Ernici), sia pure con ampie zone di notevole discontinuità nei territori a Nord della catena alpina.

Delle restanti due specie, una (*Nelima meridionalis* Marcellino, 1972) è stata raccolta in buon numero di esemplari in varie grotte etnee e del Siracusano, ed era in precedenza nota soltanto per vari ambienti epigei di Sicilia, Aspromonte, Isole Eolie e Ponziane; l'altra (*Scotolemon terricola* Simon, 1872) proviene da grotte del Palermitano e del Sassarese, ed era precedentemente nota di varie stazioni epigee di Sardegna, Corsica ed Alpi Marittime francesi: come per *H. dentipalpe*, anche per *S. terricola* esiste una citazione riguardante l'ambiente sotterraneo, e precisamente le Catacombe di Chaillot, in Francia, dove sembra sia stata introdotta (BALAZUG et alii, 1951); mentre le altre sei specie precedentemente menzionate non erano finora state segnalate in grotta.

TABELLA 1

Fam. TRAVUNIIDAE Absolon & Kratochvil, 1932	
<i>Peltonychia leprieuri</i> (Lucas, 1860)	Troglofilo
<i>Peltonychia postumicola</i> (Roewer, 1935)	Troglobio
<i>Buemarinoa patrizii</i> Roewer, 1956	Troglobio
Fam. EREBOMASTRIDAE Briggs, 1969	
<i>Holoscotolemon oreophilum</i> Martens, 1978	Troglofilo
Fam. PHALANGODIDAE Simon, 1879	
<i>Scotolemon terricola</i> Simon, 1872	Troglosseno
<i>Scotolemon doriae</i> Pavesi, 1878	Troglosseno
Fam. NEMASTOMATIDAE Simon, 1879	
<i>Nemastoma dentigerum</i> Canestrini, 1873	Accidentale
<i>Histicostoma argenteolunulatum</i> (Can., 1875)	Accidentale
<i>Histicostoma dentipalpe</i> (Ausserer, 1867)	Accidentale
<i>Mitostoma chrysomelas</i> (Hermann, 1804)	Troglosseno
<i>Mitostoma anophthalmum</i> (Fage, 1946)	Troglobio
<i>Mitostoma patrizii</i> Roewer, 1953	Troglobio
Fam. DICRANOLASMATIDAE Gruber, 1974	
<i>Dicranolasma opilionoides</i> (L. Koch, 1867)	Troglosseno
<i>Dicranolasma cristatum</i> Thorell, 1876	Accidentale
<i>Dicranolasma soerenseni</i> Thorell, 1876	Troglofilo
<i>Dicranolasma apuanum</i> Marcellino, 1970	Accidentale
Fam. TROGULIDAE Simon, 1872	
<i>Trogulus nepaeformis</i> (Scopoli, 1763)	Troglofilo (?)
<i>Trogulus coriziformis</i> C.L. Koch, 1839	Troglofilo (?)
<i>Trogulus tingiformis</i> C.L. Koch, 1848	Accidentale
<i>Anclasmoecephalus lycosinus</i> (Soerensen, 1873)	Accidentale
<i>Trogolocratrus sinuosus</i> (Soerensen, 1873)	Accidentale
Fam. ISCHYROPSALIDIDAE Martens, 1969	
<i>Ischyropsalis kollari</i> C.L. Koch, 1839	Troglofilo
<i>Ischyropsalis dentipalpis</i> Canestrini, 1872	Troglofilo (?)
<i>Ischyropsalis adamii</i> Canestrini, 1873	Troglofilo
<i>Ischyropsalis muellneri</i> Hamann, 1898	Troglobio
<i>Ischyropsalis carli</i> Lessert, 1905	Troglosseno
<i>Ischyropsalis strandi</i> Kratochvil, 1936	Troglobio
<i>Ischyropsalis ravasinii</i> Hadzi, 1942	Troglobio
<i>Ischyropsalis pyrenaica alpinula</i> Martens, 1978	Troglofilo (?)
FAM. SABACONIDAE Dresco, 1970	
<i>Sabacon simoni</i> Dresco, 1952	Troglofilo
Fam. PHALANGIIDAE Simon, 1879	
<i>Phalangium opilio</i> Linneo, 1761	Accidentale
<i>Metaphalangium propinquum</i> (Lucas, 1847)	Accidentale
<i>Eudasylobus nicaeensis</i> (Thorell, 1876)	Accidentale
<i>Mitopus morio</i> (Fabricius, 1799)	Accidentale
<i>Gyas annulatus</i> (Olivier, 1791)	Troglosseno
<i>Gyas titanus</i> Simon, 1879	Troglosseno
<i>Amilenus aurantiacus</i> (Simon, 1881)	Troglofilo
<i>Astrobonus helleri</i> (Ausserer, 1867)	Accidentale
<i>Metasclerosoma siculum</i> Marcellino, 1970	Accidentale
<i>Leiobunum rotundum</i> (Latreille, 1798)	Accidentale
<i>Leiobunum rupestre</i> (Herbst, 1799)	Troglosseno
<i>Leiobunum limbatum</i> L. Koch, 1861	Troglosseno
<i>Leiobunum religiosum</i> Simon, 1879	Troglosseno
<i>Nelima doriae</i> (Canestrini, 1871)	Accidentale
<i>Nelima semproni</i> Szalay, 1951	Accidentale
<i>Nelima meridionalis</i> Marcellino, 1972	Accidentale

Brignoli & Raffaelli (1978) hanno espresso forti dubbi, in massima parte da me condivisi, circa la validità di *Scotolemon doriae* Pavesi, 1878, specie molto affine a *S. terricola*, dalla quale differirebbe in ultima analisi soltanto per il diverso sviluppo degli occhi, per cui una sinonimia tra le due forme appare probabile: a tal proposito occorre ricordare che *S. doriae* è già stato segnalato più volte in grotte italiane. In attesa di chiarire definitivamente questo problema, e continuando per il momento a considerare distinte le due forme, allo stato attuale si può pertanto limitare a quarantasei il numero complessivo delle specie di Opilioni che è lecito considerare nella fauna sotterranea del nostro Paese (Tab. 1).

E' ovviamente probabile che con l'intensificarsi della ricerca biospeleologica in Italia, e soprattutto con una maggiore accuratezza nelle esplorazioni, altri taxa possano aggiungersi a questo elenco: a titolo indicativo, ricordo che una decina circa di specie, i cui reperti italiani finora noti sono esclusivamente epigei, sono state più volte rinvenute in grotte di Paesi vicini, e non vedo alcun motivo valido che possa far pensare ad una loro sicura assenza dalle nostre cavità.

Il maggior numero di grotte italiane per le quali si hanno notizie relative a reperti di Opilioni si registra al nord, soprattutto nel Veneto, Trentino, Piemonte, ed in Liguria; considerevole risulta pure la quantità di grotte dell'Italia insulare in cui questi Aracnidi sono stati reperiti, mentre è scarsissimo l'apporto alle nostre conoscenze relativo agli ambienti ipogei dell'Italia meridionale.

Sono piuttosto scarse anche le citazioni relative a grotte di alcune regioni che pur possono definirsi ben esplorate dal punto di vista biospeleologico, come ad esempio la Lombardia, l'Emilia e la Campania, per non dire di altre per le quali non conosco segnalazione alcuna, quale è il caso di Marche, Umbria e, sorprendentemente, anche delle Puglie: non mi sembra verosimile che nelle rispettive cavità non si trovi alcun rappresentante di quest'ordine di Aracnidi che, seppure limitato in quanto a numero di specie, non può certo definirsi raro nel dominio ipogeo. E' piuttosto mia convinzione che tali lacune siano in realtà solo apparenti e sicuramente colmabili da più accurati e frequenti sopralluoghi, anche nelle grotte già esplorate: è noto infatti come la ricerca nell'ambiente sotterraneo sia difficile, e talora affidata parzialmente al caso, come dimostrano

i non infrequenti reperimenti di nuove forme in grotte di cui si presumeva completamente nota la fauna.

Delle 46 specie di Opilioni di grotte italiane, solo alcune rivestono un interesse particolare, per avere vincoli più o meno stretti con l'ambiente ipogeo: anche se per varie entità il limite tra le diverse categorie biospeleologiche appare poco definito alla luce delle nostre attuali conoscenze, si può ragionevolmente supporre che almeno ventotto specie siano da considerare semplicemente troglосene, anzi per alcune di esse la presenza in grotta si deve considerare come un evento affatto accidentale e meramente episodico. Di queste ultime costituiscono esempi *Phalangium opilio*, *Metaphalangium propinquum*, *Mitopus morio* e *Nelima doriae*, elementi dalla valenza ecologica notevolmente ampia, che spesso si ritrovano in gran numero di esemplari anche sulla vegetazione di ambienti semiaridi, sottoposti a notevole insolazione e con forte escursione termica giornaliera. Per qualche altra forma che ho per ora compreso tra i troglосeni, come ad esempio *Mitostoma chrysomelas*, *Gyas titanus*, *Ischyropsalis carli* e *Leiobunum limbatum*, esistono invece discrete possibilità che i reperti in grotta non siano del tutto occasionali, considerato anche il fatto che si tratta di specie lucifughe ed igrofile, tipiche di ambienti umidi ed ombreggiati, ed appartenenti a gruppi nei quali si possono spesso osservare chiari segni di adattamento alla vita sotterranea.

Delle rimanenti specie che possiamo considerare eucavernicole, undici possono definirsi troglοfile in senso lato, sia pure con qualche riserva sulla precisa categoria biospeleologica a cui si devono attribuire un paio di esse. Mentre per *Amilenus aurantiacus*, *Trogulus nepaeformis*, e soprattutto per *Trogulus coriziformis*, potrebbe in effetti risultare meno spiccato il grado di fedeltà all'ambiente sotterraneo, tenuto anche conto del fatto che per essi non è ancora stata definitivamente dimostrata la possibilità di riproduzione in grotta, per *Ischyropsalis dentipalpis* ed *Ischyropsalis pyrenaica* si avrebbero invece buoni motivi per spiegare l'eccezionalità dei reperti epigei: anche se non mancano Autori che considerano troglοbie queste specie, occorre a mio avviso ricordare che esse non sembrano presentare peculiari caratteristiche adattative alla vita sotterranea, a parte la moderata regressione delle strutture visive, che pur denotando un certo stadio di specializzazione è riscontrabile in diversi altri Opilioni sicuramente non troglοbionti. Sappiamo d'altra parte

che una specie troglobia, nel più ampio significato che a questo termine è lecito dare, può talora essere reperita in ambiente epigeo laddove ricorrano le particolari condizioni microclimatiche che caratterizzano l'ambiente di grotta.

Le sette specie restanti presentano invece caratteri di veri troglobi, sia pure in vario grado che può testimoniare la diversa antichità di origine, e sono state in effetti trovate esclusivamente in grotte: di esse, *Ischyropsalis strandi* è l'unica forma che possa dirsi abbastanza ben conosciuta, grazie alle numerose ricerche che sulla sua morfologia, biologia riproduttiva, ecologia e distribuzione sono state compiute negli ultimi quindici anni, soprattutto ad opera di Juberthie. Non altrettanto si può purtroppo affermare per gli altri troglobi italiani, le cui attuali conoscenze sono per lo più limitate all'indicazione delle grotte in cui sono stati catturati ed alla loro morfologia esterna; soltanto molto recentemente Martens (1978) ha fornito descrizioni più soddisfacenti rispetto a quelle originali per *Peltonychia postumicola*, *Mitostoma anophthalmum* ed *Ischyropsalis ravasinii*, raffigurandone anche i copulatori: l'esiguità del numero di esemplari finora raccolti rende però difficile per queste specie l'accertamento della validità di alcuni caratteri importanti dal punto di vista tassonomico, considerando la pratica impossibilità di definirne i limiti di variabilità.

Gli Opilioni da comprendere complessivamente nella fauna sotterranea del nostro Paese fanno capo a tutte le famiglie rappresentate nella fauna epigea ed endogea dell'Europa, con l'eccezione di quella dei Sironidae, di cui finora non è stata reperita alcuna specie nelle nostre cavità, ma che altrove ha rappresentanti ipogei: limitandoci a considerare le forme eucavernicole, si può osservare che soltanto i Phalangodidae ed i Phalangiidae (questi ultimi con l'unica eccezione di *Amilenus aurantiacus*) mancano di specie italiane.

In base ai reperti finora noti, si potrebbe ritenere che gli Opilioni non sono in genere molto frequenti nelle grotte italiane: fra l'altro, solo eccezionalmente ne è stata segnalata più di una specie per la medesima cavità.

In aggiunta ai troglobi, alla cui rarità quasi totale si è prima fatto cenno, si deve infatti riconoscere che nessuna delle specie restanti può essere definita comune nei nostri ambienti sotterranei: meno infrequenti possono apparire soltanto *Amilenus aurantiacus* e *Leiobunum limbatum*, limitatamente alle regioni settentrionali

italiane che costituiscono parte del loro areale di distribuzione, e le due specie troglofile *Dicranolasma soerenseni* ed *Ischyropsalis adamii*, che sono invece discretamente diffuse in numerose grotte dell'Italia tirrenica. Non del tutto episodici possono essere considerati anche i ritrovamenti di *Ischyropsalis strandi*, ovviamente entro i limiti alquanto circoscritti del suo areale di specie troglobia.

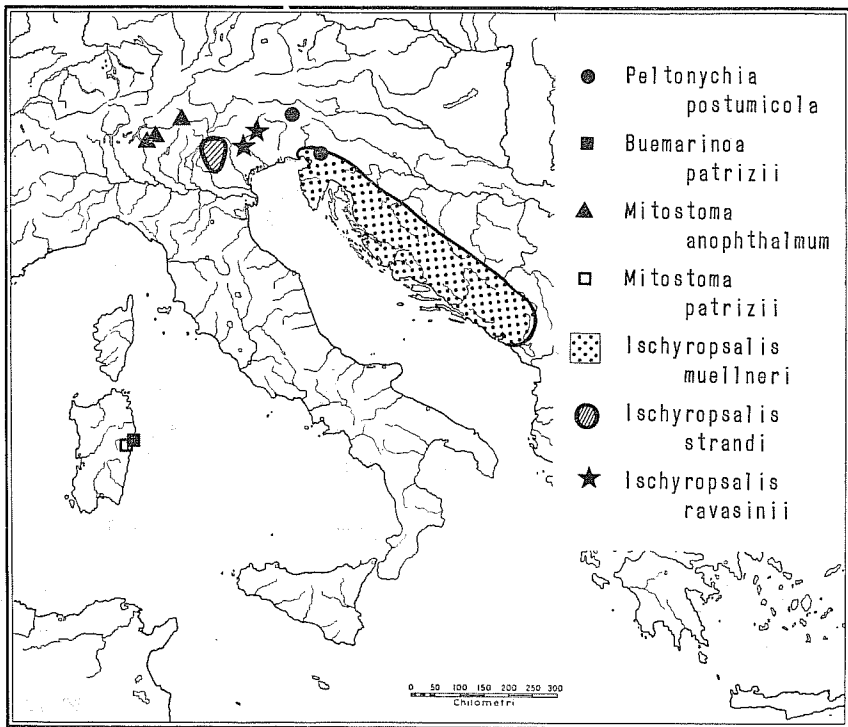


Fig. 1 - Distribuzione delle specie troglobie di Opilioni italiani.

La distribuzione degli Opilioni più rappresentativi della nostra fauna ipogea conferma quanto è da tempo acquisito per altri gruppi animali, cioè l'estrema localizzazione delle forme troglobie e la non eccessiva ampiezza dell'areale di quelle troglofile.

Per quanto riguarda le prime (fig. 1) soltanto *Ischyropsalis muellneri* possiede un areale di discreta ampiezza, mentre per altre tre specie solo molto recentemente (Martens, 1978) sono stati segnalati pochi reperti di grotte diverse dall'unica prima conosciuta.



Si tratta di *Peltonychia postumicola*, già noto (sub *Hadziana*) per la Adelberger Grotte, presso Postumia, ed ora segnalato anche per la Grotta del Puint, nel Friuli settentrionale, località tipica di *Kratochviliola cavernicola* Roewer, 1935, specie che Martens (op. cit.) ha messo in sinonimia con la nostra; di *Mitostoma anophthalmum*, noto della grotta grande della Cava di Burligo, in provincia di

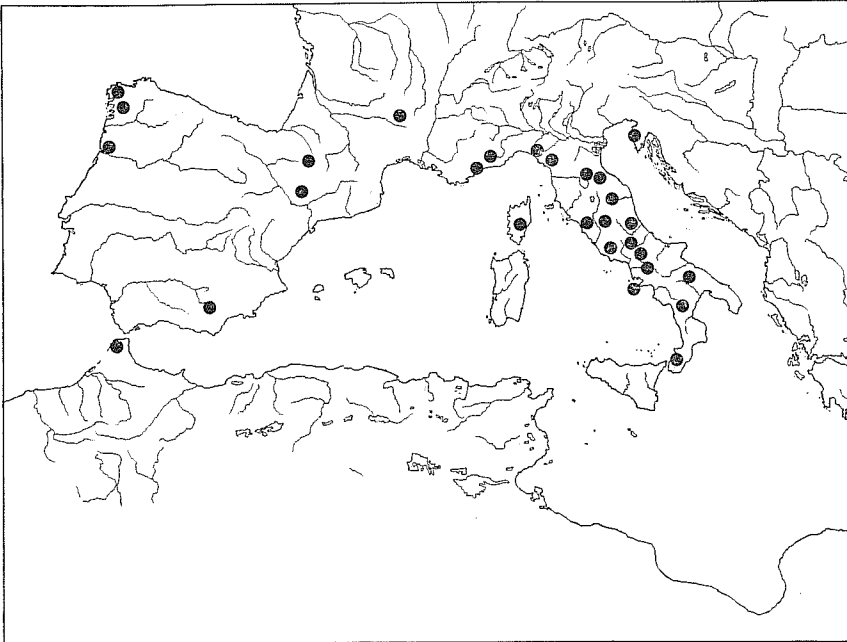


FIG. 2 - Stazioni di *Trogulus coriziformis*.

Bergamo, ed ora ritrovato in altre cavità della Lombardia settentrionale; di *Ischyropsalis ravasinii*, noto della grotta Bus del Pal, nel Cansiglio, ed ora citato per altre grotte dello stesso distretto montuoso.

Due altri troglobi italiani sono invece localizzati in Sardegna e provengono da grotte del Nuorese: le specie in questione sono *Buemarinoa patrizii* (della grotta del Bue marino, presso Dorgali, e della grotta di Toddeitto, nei pressi di Orosei) e *Mitostoma patrizii*, che abita le grotte di San Giovanni su Anzu e «Pisanu», presso Dorgali, e di Sa Oche, presso Oliena (Puddu & Pirodda,

1973), oltre a quella di Toddeitto. Della restante specie italiana troglobia, cioè del ben noto *Ischyropsalis strandi*, si conosce invece un buon numero di reperti che riguardano diverse grotte del Monte Baldo e dei Monti Lessini.

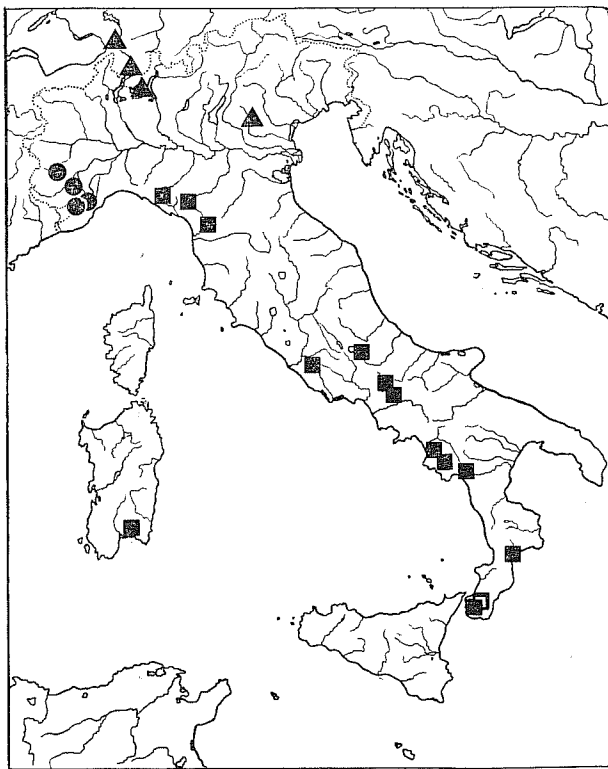


FIG. 3 - Distribuzione degli Opilioni troglomorfi italiani *Ischyropsalis adamii* (quadrati), *Holoscotolemon oreophilum* (cerchi), e *Peltonychia leprieuri* (triangoli).

Le specie italiane che ho compreso nella categoria dei troglomorfi hanno areali di distribuzione che corrispondono a tre diversi tipi di geonomia: europea, mediterranea, ed alpina. La distribuzione di tipo europeo è presentata soltanto da *Trogulus nepaeformis*, specie che si spinge a Sud lungo la dorsale appenninica fino al Monte Sirino, in Lucania (Brignoli & Raffaelli, 1978), ma la cui presenza in grotta è limitata alla porzione settentrionale della penisola.

Il tipo di geonemia mediterranea, più o meno limitata a qualche settore, riguarda tre specie: più precisamente abbiamo geonemia nord-mediterranea occidentale per *Trogulus coriziformis* (fig. 2), i cui reperti in grotte italiane riguardano Liguria, Toscana e Lazio,

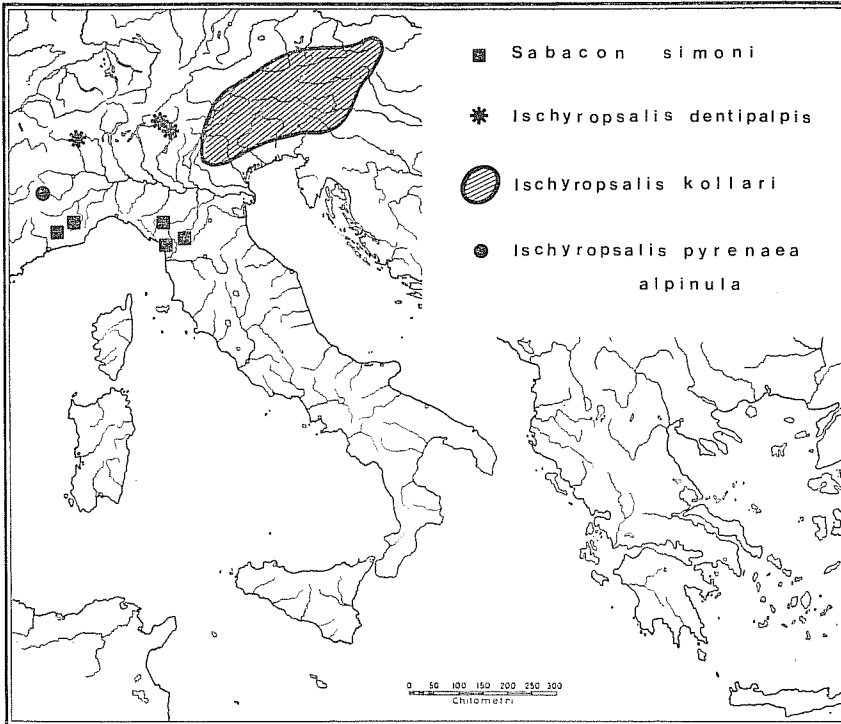


FIG. 4 - Distribuzione degli Opilioni troglofili italiani *Sabacon simoni*, *Ischyropsalis dentipalpis*, *I. kollari* ed *I. pyrenaea alpinula*.

e geonemia mediterranea-occidentale per *Dicranolasma soerenseni*, rinvenuto in grotte di Liguria, Piemonte, Toscana, Lazio, Sardegna e Sicilia.

Più ridotta appare la geonemia di *Ischyropsalis adamii* (fig. 3), definibile come tirrenico-appenninica, la cui distribuzione sotterranea finora conosciuta riguarda Liguria, Toscana, Abruzzo, Lazio, Matese, i Monti Alburni, e probabilmente anche l'Aspromonte.

Tutti gli altri troglofili italiani hanno distribuzione di tipo alpino, nella maggior parte dei casi assai circoscritta. Due specie

sono infatti endemiche del settore sud-occidentale, e precisamente delle Alpi Marittime e Liguri (*Holoscotolemon oreophilum*, fig. 3), e delle Alpi Cozie (*Ischyropsalis pyrenaea alpinula*, fig. 4); altre due sono localizzate nel distretto alpino centro-meridionale, risultando però presenti anche in Val d'Aosta (*Ischyropsalis dentipalpis*, fig. 4) e nella Valle del Brenta (*Peltonychia leprieuri*, fig. 3); un'altra specie (*Ischyropsalis kollari*, fig. 4) possiede un areale più esteso, ma circoscritto al settore alpino sud-orientale. Una sesta specie (*Sabacon simoni*, fig. 4), oltre che per alcune grotte delle Alpi Liguri (Martens, 1978), è stata di recente segnalata (Thaler, 1976) anche per le Alpi Apuane e l'Appennino Toscano: i reperti relativi a queste ultime regioni sono però epigei.

L'unico elemento troglodilo a distribuzione notevolmente ampliata (alpino-dinarica) è *Amilenus aurantiacus*, in Italia comunemente reperito in varie grotte del Bergamasco, Regione Veronese, Trentino e Friuli, il cui areale (v. Martens, 1978, fig. 728) si estende continuativamente dalla Francia sud-orientale ai rilievi della Jugoslavia e della Grecia centrale, fino alla Tessaglia.

Volendo tentare qualche considerazione di carattere biogeografico, occorre innanzitutto premettere che sarebbe necessario avere una conoscenza approfondita delle singole specie e disporre di un notevole numero di reperti accertati, ciò che allo stato attuale per quanto riguarda gli Opilioni non è ancora acquisito, se non in un numero limitato di casi: i troglobi italiani, ad esempio, fanno capo a generi che, con l'eccezione di *Ischyropsalis*, di cui è recente la revisione, sono purtroppo ancor oggi non compiutamente definiti, onde può riuscire oltremodo difficile ed azzardato trarre deduzioni biogeografiche attendibili: troppo esiguo è infatti il materiale disponibile per una attenta revisione del genere *Peltonychia* e delle specie finora attribuite ai vicini *Arbasus*, *Kratochviliola*, *Abasola* e *Travunia*, dei quali non è ben conosciuta la morfologia genitale, nè d'altra parte possono servire per una valida analisi zoogeografica le attuali conoscenze sul genere *Mitostoma*, di cui viene continuamente rimaneggiato il numero di specie, o sul genere monotipico *Buemarinoa*, sulla cui validità non mancano elementi di discussione.

Ciò premesso, ritengo comunque utile fare un cenno ai gruppi cui appartengono gli Opilioni più rappresentativi della nostra fauna sotterranea, cominciando dai Travuniidae, ai quali vanno ascritte tre specie italiane eucavernicole. Questa famiglia comprende una

ventina circa di specie in maggioranza troglobie, e comunque più o meno legate al dominio ipogeo, tra le quali si possono osservare tutti i gradi di specializzazione alla vita cavernicola: la loro mobilità è alquanto scarsa, ed assai ridotta risulta pure la loro valenza ecologica, per cui è notevole l'importanza biogeografica che il gruppo può rivestire.

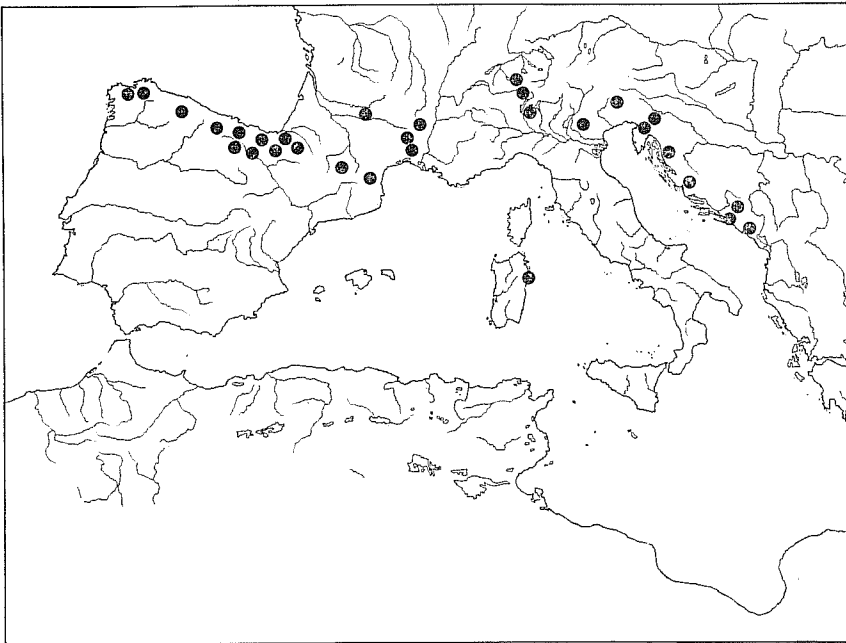


FIG. 5 - Reperti europei degli Opilioni Travuniidae.

Fino a qualche anno fa la distribuzione conosciuta interessava esclusivamente l'Europa meridionale (fig. 5), dove i Travuniidi sono rappresentati localmente in pochi sistemi di grotte, soprattutto di Jugoslavia, Alpi meridionali e Pirenei, oltre che nella porzione settentrionale della penisola Iberica ed in Sardegna: soltanto recentemente sono state scoperte altre tre specie in grotte di Giappone e Corea, ed una quarta, troglobia, nel Nord America, le quali ampliano notevolmente l'areale della Famiglia. Esistono pertanto buone motivazioni per ritenere che le attuali specie di Travuniidae siano relitti di una fauna terziaria molto più ricca, che soltanto nell'am-

biente ipogeo ha potuto conservarsi fino ai nostri giorni e si può ritenere che le attuali specie siano discendenti da linee filetiche affermatesi nei territori dell'antica Laurasia, mentre mi sembra poco convincente l'ipotesi di una loro origine gondwaniana, che qualche Autore ha di recente prospettato. Il fatto che i Travuniidae contano molti elementi cavernicoli notevolmente specializzati e che siano assenti dall'Europa settentrionale e da vari gruppi montuosi delle terre mediterranee, come ad esempio la catena appenninica, può far supporre che questa famiglia abbia una origine miocenica e che l'adattamento alla vita sotterranea di alcune sue specie fosse già molto avanzato nel Pliocene, epoca in cui il gruppo doveva essere ben diffuso sulle montagne europee: gli eventi climatici successivi potrebbero averli definitivamente confinati negli ambienti ipogei situati a più bassa quota in prossimità di tali gruppi montuosi. Interpretazioni di tale tipo sono state per parecchio tempo estese un po' a tutti i Laniatores europei, fra i quali, oltre ai Travuniidi, sono comprese anche due famiglie rappresentate nella nostra fauna sotterranea, quella degli Erebomastriidae e quella dei Phalangodidae. Soprattutto per quest'ultima, ma anche per gli stessi Travuniidi e per i Sironidae, alcuni Autori hanno recentemente posto in discussione tali vedute classiche. Martens (1972) ritiene che i Laniatori europei non debbano continuare ad essere considerati necessariamente come relitti terziari, in quanto i più recenti reperti nella penisola Iberica, in quella balcanica e nelle grandi isole del Mediterraneo, in territori non direttamente interessati dalle glaciazioni, dimostrerebbero che il maggior numero delle loro specie è terricolo ed umicolo ed ha un areale ben più ampio di quello precedentemente noto, mentre in proporzione sono molto meno numerose le specie troglobie fortemente specializzate.

Juberthie, che ha condotto numerose ricerche sulla biologia riproduttiva degli Opilioni di ambienti sotterranei, studiando la ovideposizione delle specie umicole dei Paesi tropicali e di quelle ipogee delle zone temperate, ed in particolare la possibilità di un funzionamento ovarico continuo in presenza di condizioni ambientali più o meno costanti, sostiene (1972) che le specie europee di Travuniidae e Phalangodidae, sia ipogee che sotterranee, potrebbero vivere e riprodursi, come è noto per quelle tropicali, in tutti gli ambienti in cui tali condizioni ecologiche fossero similari. Partendo da questa considerazione, Juberthie è propenso a scartare l'ipotesi

secondo cui tali specie si sarebbero rifugiate nel dominio ipogeo quando le condizioni esterne divennero sfavorevoli, ed anche quella che in tale modalità di riproduzione vede un fenomeno di preadattamento: sarebbe pertanto più probabile che le avverse condizioni dell'ambiente esterno abbiano provocato la scomparsa delle popolazioni epigee e che soltanto gli elementi ipogei si siano conservati.

Un'altra famiglia che ha un buon numero di rappresentanti cavernicoli in Italia è quella degli *Ischyropsalididae*, il cui genere più importante, *Ischyropsalis*, è stato oggetto di una recente ed accurata revisione (Martens, 1969/a). Tale genere comprende poco più di una quindicina di specie le quali sono tutte piuttosto stenoechie e preferiscono i microhabitat con basse temperature medie, o con temperature giornaliere non molto elevate ed abbastanza costanti, ma comunque ad elevata percentuale di umidità relativa: si possono pertanto considerare elementi notevolmente adattati alla vita sotterranea, ed alcuni di essi hanno infatti colonizzato questo ambiente in maniera esclusiva, come è il caso delle specie *strandii*, *muellneri*, *ravasinii*, *magdalenae*, *hadzii* e *dispar*, che probabilmente non hanno ormai alcun contatto col mondo esterno.

La diffusione del genere è limitata all'Europa, e le sue specie, che sono ripartite in tre gruppi politipici in base a caratteristiche morfologiche riguardanti i genitali e le ghiandole chelicerali, hanno quasi tutte areali alquanto limitati, che spesso si sovrappongono nelle Alpi e nei Pirenei. Per tutte le specie, che sono spiccatamente lucifughe, sono conosciute popolazioni cavernicole: oltre che in grotta, gli *Ischyropsalidi* vivono nelle valli delle alte e medie montagne di gran parte dell'Europa, soprattutto di quella centro-meridionale, dove essi sono relativamente frequenti nei vari ambienti che possono accumulare una notevole riserva d'acqua, e quindi offrire garanzia di elevata e continua umidità del substrato, come ad esempio i pendii ricoperti da fitta vegetazione di muschi e di felci, i fusti marcescenti e le ceppaie di alberi in decomposizione, le grosse pietre ricoperte da terra ricca di humus, e vari altri.

Nel genere *Ischyropsalis* si possono intravedere processi di differenziazione determinati dalle glaciazioni, che sono da attribuire alle variazioni di estensione dell'areale delle specie dall'epoca preglaciale a quella attuale: la speciazione sembra in prima approssimazione dovuta ad isolamento delle singole popolazioni durante i periodi glaciali.

Alcuni degli *Ischyropsalis* il cui areale finora noto è interamente compreso nel territorio nazionale (*I. strandi*, *I. adamii* ed *I. pyrenaea alpinula*) sembrano aver avuto una origine indipendente, mentre si potrebbe pensare ad una origine comune per le restanti due specie endemiche italiane (*I. dentipalpis* ed *I. ravasinii*).

Per quanto riguarda *I. strandi*, è stata recentemente completata da Juberthie (1974) una ricerca, dalla quale è emerso che esso ha un optimum termico molto basso, intorno ai 10 gradi, ed una temperatura letale superiore dello sviluppo embrionale inferiore ai 12, caratteristiche che ne fanno una specie stenoterma fredda e che, secondo l'A. citato, non sono probabilmente dovute alla vita in grotta. Sembra invece più verosimile l'ipotesi che i suoi antenati epigei fossero delle specie nivicole che vivevano a quote elevate, spesso ai margini dei ghiacciai, come succede ancor oggi per gli *Ischyropsalis* alpini del gruppo *kollari*, molti dei quali vivono tra 1500 e 2000 m, e le cui specie formano con *strandii* una linea filetica. La nostra specie, come è noto, abita attualmente le grotte dei massicci di rifugio sud-alpini che sono stati al riparo delle glaciazioni, ed i bassi valori del suo optimum termico e della temperatura letale superiore di sviluppo ne condizionano in definitiva la distribuzione in altezza, impedendole di colonizzare le grotte di bassa quota.

Ben poco è noto per *I. ravasinii*, specie che ha tutte le caratteristiche di un troglobio obbligato e che sembra strettamente affine ad *I. dentipalpis*. Per quanto riguarda *I. adamii* che appare assai legato all'ambiente di grotta, anche se per questo non presenta alcuna caratteristica di specializzazione, si deve pensare ad una troglofilia recentemente acquisita. Martens (1969/a) ritiene che questa specie e la affine *I. carli*, che ha una geonemia gravitante attorno alle Alpi centro-occidentali, risalgano ad una medesima forma primitiva comune: si dovrebbe trattare di un antenato epigeo, di provenienza settentrionale, ed in ogni caso di una forma di clima temperato-freddo, da cui nel Quaternario si sarebbero originate le due attuali specie: per *I. adamii* si può pensare ad una diffusione lungo l'Appennino durante una fase glaciale e ad una colonizzazione delle relative cavità e delle zone montane di quota più elevata, dove più frequenti sono i suoi reperti epigei, nel corso di qualche interglaciale, se non addirittura nel post-glaciale.

Ad un insediamento meno recente nel dominio ipogeo si può invece pensare nel caso di *I. pyrenaea alpinula*, in forza della di-



sgiunzione del suo areale di distribuzione, presumibilmente durante un interglaciale (la sottospecie tipica è endemica dei Pirenei centrali) e per il suo maggior grado di fedeltà all'ambiente sotterraneo, oltre che per il possesso di caratteristiche morfologiche le quali hanno indubbiamente significato adattativo.

Le altre famiglie italiane di interesse biospeleologico, cioè quelle facenti capo ai Troguloidea (Trogulidae, Dicranolasmatidae e Nemastomatidae), hanno diversi punti in comune: come gli Ischyropsalidi, sono in massima parte elementi stenocori dalla mobilità alquanto ridotta. Si tratta di gruppi la cui origine è presumibilmente assai antica come dimostrano i reperti di forme fossili risalenti ad epoche molto remote: molto affine agli attuali Trogulidae è infatti il noto *Eotrogulus fayoli* del Carbonifero della Francia, e quanto mai simile agli attuali *Nemastoma* appare *Nemastomoides elaveres*, pure esso del Carbonifero francese.

E' lecito ritenere che questi gruppi si siano evoluti essenzialmente in varie porzioni dell'antico continente europeo, dando origine a numerose specie lapidicole, o comunque intimamente legate al suolo delle foreste montane. La maggior parte di queste forme vive oggi in zone piuttosto fresche ed umide, soprattutto per quanto riguarda i Nemastomatidi, che sembrano preferire in generale temperature più basse e biotopi più umidi rispetto ai Trogulidi ed ai Dicranolasmatidi, ma che sono in grado di sopravvivere anche nelle attuali condizioni climatiche vigenti nei boschi più asciutti delle regioni mediterranee e nella macchia: nella quasi totalità dei casi, si tratta di specie lucifughe ed a prevalente attività notturna, che per il loro habitat si possono sicuramente considerare adattate alla vita sotterranea, che alcune di esse oggi conducono, con maggior frequenza di casi tra i Trogulidi, anche se non mancano forme strettamente cavernicole tra i Nemastomatidi, di cui costituiscono ottimi esempi le due specie troglobie della nostra fauna.

Buona parte delle specie ipogee appartenenti a queste famiglie sono però soltanto dei troglotrofici, probabilmente originari di ambienti forestali, che in vari momenti della storia geologica, dal Pliocene ad oggi, presentavano una maggiore estensione; in conseguenza poi della diminuzione della copertura boschiva in rapporto a periodi di aridità del clima, essi avrebbero trovato più idonee condizioni di esistenza negli ambienti sotterranei delle zone climaticamente sfavorevoli comprese nel loro areale di diffusione. Quanto ai troglotrofici

italiani appartenenti a queste famiglie, si dovrebbe pertanto pensare ad una colonizzazione delle nostre cavità in epoca abbastanza recente, e comunque posteriore al Pliocene.

Per quanto riguarda le caratteristiche di valore adattativo dei troglobi della nostra fauna (talora evidenziabili anche in alcuni elementi troglifili) va ricordata in primo luogo la regressione delle strutture visive, della quale esistono numerosi esempi negli Opilioni sotterranei appartenenti a linee evolutive le cui specie epigee possiedono occhi poco specializzati, come ad esempio quelle degli Ischryopsalidi e dei Nemastomatidi; fenomeni regressivi di questo tipo sono fra l'altro conosciuti per un discreto numero di specie umicole delle regioni tropicali e per alcune forme endogee appartenenti ai Sironidi. La regressione delle strutture visive non è sincrona, interessando prima il sistema ottico, cioè il corpo vitreo ed il cristallino, successivamente la retina ed infine il nervo ottico.

Negli Opilioni si possono avere vari gradi di regressione, che vanno dalla semplice scarsa differenziazione del corpo vitreo fino alla totale scomparsa del nervo ottico, attraverso tappe intermedie consistenti nella diversa colorazione dell'occhio, per mancanza di formazione del pigmento nero, o nella sua completa depigmentazione, nello scarso sviluppo del cristallino, che può spingersi fino alla sua totale scomparsa, nella diminuzione numerica e nella scarsa differenziazione delle cellule visive, che nei casi più spinti permangono del tutto indifferenziate, e nella riduzione o totale scomparsa del tuber oculorum.

A parte i casi di semplice depigmentazione oculare, riscontrabile anche in qualche troglosseno nostrano, come *Scotolemon doriae*, tutti i troglobi italiani, ad eccezione di *Mitostoma patrizii*, mostrano caratteristiche di questo tipo, non molto accentuate in *Peltonychia postumicola* (specie microftalma, con cristallino scarsamente sviluppato) e più decisamente evidenziabili nelle specie restanti, tutte più o meno anoftalme e quasi del tutto prive di rilievo oculare.

Adattamenti di questo tipo sono piuttosto frequenti nelle specie cavernicole europee appartenenti agli stessi gruppi, soprattutto nei generi *Abasola*, *Dinaria*, *Travunia* ed *Hadzinia*, oltre che nei Parolidae.

Un'altra caratteristica di valore adattativo, presentata da molte specie di Opilioni anche non esclusivamente troglobie, osservabile però meno frequentemente della regressione oculare, consiste nella

depigmentazione tegumentaria. Nelle specie di *Ischyropsalis* e *Scoptolemon* in cui è stato studiato questo fenomeno, si è rilevato che la depigmentazione risulta dalla scomparsa del pigmento ipodermico e dalla decolorazione della cuticola, più o meno marcata a seconda dei casi.

Della depigmentazione tegumentaria, che spesso è accompagnata dalla diminuzione di spessore della cuticola, si hanno esempi più o meno marcati anche nei troglobi della nostra fauna (*Buemarinoa patrizii*, *Peltonychia postumicola*, *Ischyropsalis strandi* e parzialmente *Mitostoma patrizii*).

Non meno frequente risulta l'allungamento e l'assottigliamento delle zampe e talora dei pedipalpi nelle forme cavernicole: tale adattamento, che però si può considerare come la realizzazione di una tendenza filetica degli Opilioni, spinta a limiti estremi nell'ambiente ipogeo, è molto evidente nel nostro *Mitostoma patrizii* ed ancor più marcato in varie specie troglobie della fauna balcanica, quali *Hadzinia karamani*, *Paralola buresi*, e nel Sironide *Tranteeva paradoxa*.

Non sembrano avere sempre significato adattativo tra gli Opilioni alcune caratteristiche fisiologiche osservate in certi Sironidi, Phalangodidi ed Ischyropsalidi, quali la più ridotta fecondità, la maggior durata dello sviluppo e l'aumento della longevità.

#### SUMMARY

In this paper is summarized what is actually known about Italian Cave Phalangids. Up to this time, Phalangids have been collected in about 120 caves, and 54 species have been recorded.

Some literature records are discussed: most data (Gozo, 1908, and Wolf, 1934) are of doubtful value, and very likely only 46 species are belonging to the Italian subterranean fauna.

These species, of which 8 are recorded for the first time in this paper, are listed with their biospeleological categories; of these, only 18 are of biospeleological interest (7 troglobites and 11 trogliphiles). Of these species, notices and pictures about their actual geographic distribution are given.

Some preliminary biogeographical considerations, concerning the most representative families of Italian cave-dwelling Phalangids (Travuniidae, Ischyropsalididae, Nemastomatidae, and Troglulidae) are also made.

## BIBLIOGRAFIA

- BALAZUC J., DRESCO E. et alii, 1951 - Biologie des carrières souterraines de la Région parisienne. - Vie et Milieu, II, **3**: 301-334.
- BOLDORI L., 1934 - Ricerche in caverne italiane (III serie 1932-33). - Boll. Soc. ent. Ital., **66** (4): 58-61.
- BRIGNOLI P.M., 1968 - Note su *Sironidae*, *Phalangodidae* e *Trogulidae* italiani, cavernicoli ed endogei (Opiliones). - Fragm. entom., **5** (3): 259-293.
- BRIGNOLI P.M. & RAFFAELLI E., 1978 - Nuovi dati e problemi aperti su alcuni Opilioni italiani (*Arachnida*, *Opiliones*). - Boll. Soc. ent. Ital., **110** (4/6): 86-99.
- CAPORIACCO L. di, 1930 - Un nuovo Opilione cavernicolo. - Monit. zool. ital., **41** (5): 125-126.
- — 1940 - Arachniden aus der Provinz Verona (Norditalien). Folia zool. et hydrob., **10** (1): 1-38.
- — 1947 - Seconda nota su Aracnidi cavernicoli veronesi. - Mem. Mus. civ. St. nat. Verona, **1**: 131-140.
- — 1950 - Aracnidi cavernicoli liguri. - Ann. Mus. civ. St. nat. Genova, **64**: 101-110.
- — 1952 - Aracnidi cavernicoli del Trentino. - Boll. Mus. Ist. Biol. Univ. Genova, **24**: 55-62.
- CERRUTI M., 1959 - Aggiunta al I elenco della Fauna cavernicola del Lazio e delle regioni limitrofe (Toscana esclusa). - Fragm. entom., **3** (2): 49-63.
- — 1968 - Materiali per un primo elenco degli artropodi speleobi della Sardegna. - Fragm. entom., **5** (3): 207-257.
- CONCI C., 1951 - Contributo alla conoscenza della speleofauna della Venezia Tridentina. - Mem. Soc. ent. Ital., **30**: 5-70.
- DRESCO E., 1959 - Catalogue raisonné des Araignées et des Opilions des grottes du Canton du Tessin (Suisse). - Ann. Spéléol., **14**: 359-390.
- — 1968 - Recherches sur les Opilions du genre *Ischyropsalis*. VIII. *Ischyropsalis apuanus* Cap. et *Ischyropsalis strandi* Kratochvil des grottes du Monte Baldo et des Monti Lessini (Province de Verone, Italie). Ann. Spéléol., **18** (4): 745-758.
- DRESCO E., & DRESCO-DEROUET L., 1960 - Araignées et Opilions des cavités souterraines de Varzo (Piémont, Italie). - Ann. Spéléol., **15**: 107-115.
- FAGE L., 1946 - Description d'un Opilion aveugle des grottes de la Province de Bergamo. - Bull. Mus. nat. Hist. nat. Paris, 2<sup>e</sup> Série, **18** (4): 328-330.
- GOZO A., 1908 - Gli Aracnidi di caverne italiane. - Boll. Soc. ent. Ital., **38**: 109-139.
- JUBERTHIE C., 1963 - Sur *Ischyropsalis strandi* Kratochvil des grottes du Monte Baldo et des Monti Lessini (Province de Verone, Italie). Ann. Spéléol., **18** (3): 325-331.
- — 1972 - Reproduction et développement d'un Opilion Cosmetidae, *Cynorta cubana* (Banks), de Cuba. - Ann. Spéléol., **27** (4): 773-785.
- — 1974 - Ponte, durée de développement embryonnaire et biogéographie de l'Opilion troglobie, *Ischyropsalis strandi* Kratochvil. - Ann. Spéléol., **29** (1): 47-51.
- LANZA B., 1942 - Speleofauna toscana. - Attual. Zool. Ital. 6, (Arch. zool. ital. suppl. **34**): 159-223.
- LERMA B. de, 1948 - Opilioni cavernicoli della Campania. - Studi speleol. e faunist. Napoli, **9**: 1-5.
- MARCELLINO I., 1965 - Su alcuni *Trogulidae* (*Arachnida*, *Opiliones*) della Sicilia e dell'Appennino centrale. - Boll. sed. Accad. Gioenia Sc. nat. Catania, Serie IV, **8** (5): 323-340.
- — 1968 - Notizie su alcuni *Trogulidae* (*Arachnida*, *Opiliones*) d'Italia. - Ann. Mus. civ. St. nat. Genova, **77**: 115-127.
- — 1970/a - Su alcuni Opilioni (*Arachnida*) della Sicilia sud-orientale e centrale. Boll. sed. Accad. Gioenia Sc. nat. Catania, Serie IV, **10** (4): 283-308.
- — 1970/b - Opilioni delle Alpi Apuane. - Lav. Soc. Ital. Biogeog., N.S., **1**: 363-389.

- MARTENS J., 1969/a - Die Abgrenzung von Biospezies auf biologisch-ethologischer und morphologischer Grundlage am Beispiel der Gattung *Ischyropsalis* C.L. Koch, 1839. - Zool. Jb. Syst. **96**: 133-264.
- — 1969/b - Systematische Stellung von *Amilenus aurantiacus* (Simon) (*Opiliones*, *Phalangidae*). - Senck. Biol., **50** (3/4): 219-224.
- — 1969/c - Mittel- und südeuropäische Arten der Gattung *Nelima* (*Arachnida*, *Opiliones*: *Leiobunidae*). - Senck. Biol., **50** (5/6): 395-415.
- — 1972 - *Ausobskya athos*, der erste Krallenweberknecht aus Griechenland (*Opiliones*, *Phalangodidae*). - Senck. Biol., **53** (5/6): 431-440.
- — 1978 - Weberknechte, Opiliones. In Die Tierwelt Deutschlands, **64**. Teil, G. Fischer, Jena: 1-464.
- PUDDU S. & PIRODDA G., 1973 - Catalogo sistematico ragionato della Fauna cavernicola della Sardegna. - Rend. Semin. Fac. Scienze, Univ. Cagliari, **43**: 151-205.
- ROEWER C.F., 1923 - Die Weberknechte der Erde. G. Fischer, Jena: 1-1116.
- — 1924 - Opilioniden von der Insel Rhodos, Italien und Sardinien sowie der Cyrenaica. - Boll. Mus. Torino, **39** (19): 1-7.
- — 1935 - Opiliones (V<sup>e</sup> Serie) zugleich eine Revision aller bisher bekannten europäischen Laniatores. - Arch. Zool. exp. gén. Paris, **78**: 1-96.
- — 1953 - Cavernicole Arachniden aus Sardinien. - Notes biospéol., **8**: 39-49.
- — 1956 - Cavernicole Arachniden aus Sardinien II. - Fragm. Entom., **2** (9): 97-100.
- RUFFO S., 1938 - Studio sulla fauna cavernicola della regione Veronese. - Boll. Ist. Entom. Bologna, **10**: 70-116.
- THALER K., 1976 - Two remarkable relict Arachnids from northern Italy: *Sabacon simoni* Dresco (*Opiliones*: *Ischyropsalididae*), *Louisfagea rupicola* (Simon) (*Araneae*: *Tetragnathidae*). - Bull. Br. arachnol. Soc., **3** (8): 205-210.
- TROSSARELLI F., 1943 - Contributo allo studio degli Opilioni italiani. Boll. Soc. ent. Ital., **75** (5): 49-54.
- WOLF B., 1934 - Animalium cavernarum catalogus. 's Gravenhage.