

UC Merced

Biogeographia - The Journal of Integrative Biogeography

Title

Isopodi sotterranei italiani

Permalink

<https://escholarship.org/uc/item/8982q2vw>

Journal

Biogeographia - The Journal of Integrative Biogeography, 7(1)

ISSN

1594-7629

Authors

Argano, R.
Baldari, F.
Manicasteri, C.

Publication Date

1982

DOI

10.21426/B67110191

Peer reviewed

Isopodi sotterranei italiani (Crustacea, Malacostraca)

Uno degli aspetti più interessanti dello studio degli Isopodi sta probabilmente nell'eccezionale grado di radiazione adattativa raggiunto dalle oltre 4000 specie che vengono attribuite a questo ordine. A parte i sottordini adattatisi alla vita parassitaria (*Gnathidea* ed *Epicaridea*), gli Isopodi popolano, infatti, i vari ambienti marini (ad es. *Flabellifera* e *Valvifera*) ambienti d'acqua dolce (ad es. *Asellota* e *Phreatoicoidea*) e terrestri (*Oniscoidea*).

Gli ambienti sotterranei risultano popolati da Isopodi derivanti dai più diversi ceppi epigei: quelli attribuiti agli *Anthuridea*, *Cirolanidae*, *Sphaeromidae*, *Stenasellidae*, *Microparasellidae*, *Microcerberidea* hanno invaso gli ambienti acquatici sotterranei dal mare attraverso varie vie di popolamento; gli *Asellidae* e probabilmente i *Phreatoicoidea* gondwaniani hanno raggiunto gli ambienti acquatici sotterranei direttamente dalle acque dolci superficiali; gli *Oniscoidea*, infine, presentano un gran numero di specie sotterranee derivanti da popolamenti terrestri epigei.

Ognuno di questi gruppi merita un discorso a sé stante dato che, evidentemente, i diversi meccanismi di insediamento nell'ambiente ipogeo portano a situazioni biogeografiche peculiari. Si intende dare, quindi, un quadro il più corretto possibile delle conoscenze attuali, limitatamente alla fauna italiana, analizzando le diverse situazioni prospettate dai diversi gruppi tassonomici citati. Gli unici gruppi che non verranno considerati, per non avere rappresentanti troglobi in Italia, sono gli *Anthuridea* e i *Phreatoicoidea*.

La scoperta di Cirolanidi sotterranei all'interno dei confini politici del nostro Paese è recentissima. I Cirolanidi, che fanno parte del sottordine dei Flabelliferi, costituiscono un complesso molto

eterogeneo, ben rappresentato in ambienti marini, che ha invaso i sistemi dulcaquicoli e salmastri sotterranei di varie parti del mondo. La specie scoperta in Italia proviene da pozzi artificiali della costa presso Porto Palo, in provincia di Siracusa: si tratta di ambienti salmastri che ospitano un gran numero di forme di origine marina immigrate nei sistemi sotterranei.

La specie appartiene al genere *Typhlocirolana*, che ha rappresentanti all'isola di Majorca, in Spagna, lungo la costa Nord Africana e in Israele. Lo studio della popolazione di Sicilia ha mostrato una netta somiglianza tra questa entità e la specie che popola le cavità dell'isola di Majorca, *T. moraguesi* Rac.: sulla base dei dati disponibili in letteratura, infatti, non è possibile distinguere fra di loro le due entità. In una guida agli Isopodi delle acque interne italiane pubblicata di recente da uno di noi (R.A.), la popolazione di Porto Palo veniva infatti attribuita, anche se dubitativamente, a *T. moraguesi*. Il dubbio veniva ovviamente da una banale considerazione biogeografica, dato che la conspecificità di popolazioni così specializzate all'ambiente sotterraneo e così nettamente isolate non poteva non suscitare perplessità. Un confronto su base elettroforetica tra le due popolazioni, attualmente in corso di elaborazione, ha consentito di stabilire la non conspecificità; uno studio per l'individuazione di caratteri differenziali diagnostici è in corso.

Un cenno merita anche *Sphaeromides virei* (Valle), ampiamente distribuito nelle acque sotterranee istriane, che fa capo, ad una particolare sottofamiglia di Cirolanidi, *Bathynominae*, di cui fanno parte, secondo vari autori, i giganteschi *Bathynomus* abissali (che possono raggiungere i 30 cm. di lunghezza) e il genere *Skotobaena* delle acque sotterranee somale ed etiopiche. Si tratta, quindi, di un gruppo che, in risposta a cambiamenti ecologici evidentemente di ampia portata, ha trovato rifugio, localmente, in questi tipici ambienti limite.

Quali possano essere stati questi cambiamenti ecologici di ampia portata resta ancora da definire nei dettagli. C'è infatti una indicazione che crediamo sia da tener presente, il fatto cioè che le forme acquatiche sotterranee di antica origine marina, che rientrano nel gruppo delle forme «talassoidi» di Danielopol (1978), sono ampiamente concentrate nelle aree circostanti i mari mediterranei, come il Golfo del Messico, il Mare Caraibico, il Mediterraneo. Il «Regression Model» proposto da Stock (1977), se spiega come si

sia creata la disponibilità di ambienti acquatici costieri attraverso i quali è iniziato il popolamento dei sistemi dulcaquicoli sotterranei, e consente di indicare un periodo oligo-miocenico come inizio del fenomeno, lascia aperta la questione di quali siano stati i fattori paleoecologici che hanno spinto un gran numero di forme costiere, in gran parte Peracaridi, a insediarsi in tali ambienti. E' intuitivo che crisi termiche e di salinità, accompagnate da un accentuarsi di fenomeni di competizione, siano stati particolarmente drammatici in bacini chiusi di tipo mediterraneo e che forme a moderata capacità dispersiva, come appunto i Peracaridi litorali, abbiano potuto dare, in queste aree, una risposta adattativa in senso dulcaquicolo sotterraneo.

Il quadro generale resta comunque nebuloso anche se in alcuni casi cominciano a delinarsi dei dettagli, come nel gruppo seguente.

Oltre ai Cirolanidi, l'altra famiglia di Flabelliferi che ha rappresentanti nel mondo sotterraneo all'interno dei confini italiani è quella degli Sferomidi. In Italia sono presenti diverse specie del genere *Monolistra*: le quattro più note (*boldorii*, *pavani*, *berica*, *coeca*) sono distribuite, rispettivamente, in grotte dell'area bergamasca, bresciana, colli Berici e Carnia.

M. coeca è ampiamente distribuita, inoltre, nei sistemi sotterranei delle Alpi Giulie, in territorio jugoslavo. Vanno ricordate anche *M. racovitzae* e *M. shottlaenderi* di affluenti del Timavo, presso Monfalcone.

E' d'obbligo ricordare la classica ricostruzione della corologia dei Monolistrini (che comprende vari generi di Sferomidi sotterranei) confrontata con la paleogeografia del Mediterraneo miocenico: si assiste, infatti, ad una relativa coincidenza fra l'attuale distribuzione di questi Sferomidi cavernicoli e le coste di quel mare. C'è da ricordare che le forme marine di Sferomidi sono per la stragrande maggioranza proprie dei sistemi costieri.

I Monolistrini, quindi, vengono considerati un gruppo fileticamente omogeneo di origine marina litorale, insediatosi direttamente nelle acque dolci sotterranee, probabilmente attraverso una fase in ambienti salmastri. La spiccata resistenza a variazioni di salinità mostrata da queste forme potrebbe essere un indizio per avvalorare questa ipotesi.

L'origine pliocenica dei Monolistrini, proposta su basi paleogeografiche e paleoclimatiche da Racovitza (1910), è stata recente-

mente confermata da Sbordonì e coll. (1980) su base elettroforetica. Questi Autori, che hanno confrontato alcune specie di Monolistrini con due specie del genere *Sphaeroma* (una marina, *S. serratum*, e una d'acqua salmastra, *S. hookeri*) hanno evidenziato la stretta affinità tra il genere *Sphaeroma* ed il genere *Monolistra*, una corrispondenza tra l'inizio dell'isolamento genetico tra i ceppi attualmente sotterranei e quelli d'acqua salmastra ed il periodo in cui il bacino del Mediterraneo risulta essere stato interessato da una drammatica crisi di salinità. Fenomeni tettonici successivi hanno provocato la frammentazione dei sistemi calcarei, il conseguente isolamento di popolazioni di Monolistrini e l'inizio di fenomeni di speciazione all'interno di questo ultimo gruppo.

Resta aperto il problema dell'origine dei Monolistrini, se cioè è possibile rintracciare tra le forme marine esistenti di Sferomidi il ceppo da cui si sono staccate le forme sotterranee. Racovitza, sulla base di caratteri morfologici (come gli uropodi uniramosi) propone i Campecopeini, mentre la stretta affinità riscontrata a livello elettroforetico tra Sferomini e Monolistrini riapre la questione che dovrebbe essere riaffrontata anche tenendo conto degli aspetti eco-etologici delle attuali forme di superficie.

Un altro gruppo di forme talassoidi antiche, ma con una storia biogeografica in parte diversa dai gruppi fino ad ora trattati, è quello degli Stenasellidi. Si tratta di Asellota la cui conoscenza si è notevolmente arricchita in questi ultimi anni (abbiamo in studio una specie di Sardegna e sappiamo della scoperta di una specie in Cambogia).

Gli Stenasellidi, esclusivamente cavernicoli o freatici, di origine marina, sono presenti nell'area euroasiatica (dal Portogallo al Turkmenistan) in Africa ed in America tropicale. La famiglia Stenasellidi è di origine polifiletica ed i suoi rappresentanti hanno probabilmente invaso gli ambienti di acqua dolce sotterranei migrando attivamente attraverso i sistemi interstiziali litorali e guadagnando successivamente gli ambienti occupati attualmente. La recente scoperta di Parastenetroidei termofili, trovati in ambienti psammici del Mediterraneo, ha fornito una prima indicazione sull'origine degli Stenasellidi. Ma anche in questo caso il problema dell'origine è ampiamente dibattuto: si parla infatti di Stenetroidea, di Parastenetroidea o addirittura di un gruppo di Asellota a sè stante e del tutto estinto. Datare il momento del differenziamento di questa

famiglia dulcaquicola dalle forme litorali psammofile originarie resta di conseguenza una questione da risolvere, anche se Magniez indica, dubitativamente, un periodo ad «ampio respiro» che parte dal cretaceo superiore.

E' interessante considerare che per questo gruppo di Isopodi, più che per quelli citati in precedenza, l'attuale distribuzione delle specie è probabilmente frutto della storia continentale del gruppo, che quindi inizia in momenti successivi all'insediamento nei sistemi dulcaquicoli sotterranei. In Italia sono presenti tre specie del genere *Stenasellus*, di cui due endemiche sarde (*S. nuragicus* e *S. assorgiai*) ed una nota per una grotta di Toscana e per ambienti freatici di Corsica e Sardegna (*S. racovitzai*). Le prime due specie costituiscono un gruppo a sè stante, ben identificabile nell'ambito del genere. Interessante è la conspecificità delle popolazioni di *S. racovitzai*. Infatti, anche se tecniche di indagine più raffinate potranno mettere in evidenza differenze cospicue fra la popolazione continentale e le due insulari (differenze non evidenziabili con i mezzi di indagine di cui si serve il morfologo), pure è indubitabile la stretta affinità filetica tra le tre popolazioni. Questa affinità si deve far risalire, come si diceva, alla storia continentale della specie, il che significa rifarsi ai classici schemi dell'emersione tirreniana terziaria. Resta infatti questo l'unico schema biogeografico che può spiegare la contemporanea presenza di tre forme dulcaquicole sotterranee strettamente affini fra di loro in questi tre punti delle attuali terre emerse che circoscrivono il Tirreno.

Per i Microparasellidi ed i Microcerberidei è possibile fare un discorso unico, almeno per quanto riguarda i meccanismi di penetrazione, sempre dal mare, negli ambienti sotterranei.

Si tratta di isopodi appartenenti a due sottordini diversi (Asellota e Microcerberidea) ma ambedue comprendono forme specializzate per ambienti interstiziali sia marini che dulcaquicoli. E' un caso in cui la penetrazione nelle acque continentali può considerarsi in certo modo in atto, o almeno può dirsi che in questo periodo coesistono praticamente tutte le fasi del processo. Potremmo quindi parlare di talassoidi recenti.

I Microparasellidi costituiscono un gruppo attivamente studiato in questo periodo e le novità si accumulano con notevole rapidità. La distribuzione interessa praticamente tutto il mondo. L'unica forma nota in Italia è *Microcharon arganoi*, scoperto recentemente

in pozzi di Puglia. Una seconda specie dulcaquicola è stata di recente scoperta in Sardegna ed è attualmente in studio. In Italia esiste un altro paio di specie interstiziali litorali afferenti a questo genere, oltre ad *Angeliara phreaticola*, altro Microparasellide litorale trovato però da noi anche nei sistemi iporreici di alcuni fiumi sardi e del Lazio.

Per quanto riguarda i Microcerberidea, in Italia esiste una unica specie, *Microcerberus ruffoi*, nota per le acque sotterranee della valle dell'Adige e per una grotta presso Vicenza. Anche il genere *Microcerberus* ha distribuzione pressochè mondiale, con specie sia marine che d'acqua dolce.

Gli Asellidi propongono una problematica biogeografica completamente differente. La conquista dell'ambiente delle acque dolci è probabilmente avvenuta direttamente attraverso le acque di superficie, passando, forse, attraverso la fase estuarina o lagunare costiera. Non resta traccia di questo passaggio, ed i rapporti con le forme ancestrali marine non sono stati ancora identificati. Gli Asellidi attuali popolano vari ambienti di acque dolci superficiali eurasiatici, Nord africani e dell'America Centro-Settentrionale. La sistematica degli Asellidae ha una storia molto sofferta e solo di recente, grazie all'impegno di specialisti come Henry, si è arrivati ad un inquadramento abbastanza ragionevole di questo gruppo. La letteratura si accresce comunque di continuo portando nuovi dati, specialmente sulle forme ipogee. Gli Asellidae hanno invaso gli ambienti sotterranei direttamente dalle acque dolci superficiali, quindi la loro storia biogeografica è strettamente legata alla storia delle terre emerse. In Italia, limitatamente all'ambiente ipogeo, sono state descritte una decina di specie, tutte attribuite al genere *Proasellus*, ma altre sono attualmente in studio. Nell'ambito del genere *Proasellus* si identificano gruppi di specie, ognuno dei quali presenta peculiari problemi biogeografici. Il gruppo «*pavani*», diffuso anche nei sistemi carsici di Slovenia, è costituito, per l'Italia, da *P. deminutus*, del sistema interstiziale iporreico del fiume Piave, *P. pavani*, di una grotta (141 Lo) della provincia di Brescia, *P. acutianus*, noto di ambienti iporreici del versante tirrenico dell'Italia Centrale. Si tratta di un gruppo probabilmente molto antico, di cui non esistono forme epigee. E' interessante il fatto che una specie di questo stesso gruppo, *P. beroni*, sia presente in una grotta di Corsica. Questo porta a pensare ad un periodo di diffusione del gruppo, probabilmente di origine

orientale, analogo a quello di *Stenasellus racovitzai*: per spiegare la presenza di *P. beroni* in Corsica, infatti, ci si deve rifare allo stesso schema tirreniano citato per gli Stenaselli. *P. franciscoloi*, di grotte della provincia di Cuneo, fa invece parte del gruppo «*cavaticus*», ampiamente distribuito in Europa Centrale. La specie italiana viene considerata, per i suoi caratteri morfologici, la più primitiva di questo gruppo. Anche la specie *P. cavaticus* è stata di recente riportata per le grotte dei Rugli (Alpi Liguri) e di Rio Martino (Alpi Cozie).

Il terzo gruppo di specie che presenta forme italiane è il «*coxalis*». La specie *P. coxalis* è una forma epigea politipica ad ampia ripartizione perimediterranea, che fu spinta probabilmente verso i limiti meridionali del suo areale dall'ultima glaciazione e che ha recentemente riconquistato parte del suo antico areale settentrionale. *P. gardinii*, una specie depigmentata e microftalma trovata in un pozzo di Gazzo Veronese, dovrebbe rappresentare un indizio di questo fenomeno. Purtroppo questa entità è nota solo per una femmina e per un maschio immaturo di cui non si ha la descrizione. Sarà quindi necessario rivedere il suo status tassonomico prima di farne oggetto di deduzioni biogeografiche. In Sardegna è invece presente una specie troglobia, *P. patrizii*, di cui è stata, fino ad oggi, descritta solo la femmina proveniente dalla grotta di Su Coloru, presso Castelsardo. E' in studio il maschio di questa specie, che consente di stabilire la stretta affinità con *P. coxalis*, e un complesso di almeno una decina di campioni di *Proasellus* provenienti da diverse cavità e stazioni freatiche situate in vari punti dell'isola. Tale studio mette in evidenza l'esistenza di un complesso «*patrizii*» che testimonia fenomeni ecologici su scala locale riguardanti grandi isole come anche Creta e la Sicilia, che hanno portato all'invasione di ambienti sotterranei da parte di forme acquatiche di superficie. Si tratta probabilmente di fenomeni correlati alla instabilità dei sistemi idrici di superficie di queste isole.

Per finire, c'è da citare la recente scoperta di alcune specie (*P. amiterninus* e *P. adriaticus*) di sistemi freatici abruzzesi, e di *P. vignai*, del sistema iporreico del fiume Melfa, che suggeriscono affinità transadriatiche.

Di particolare interesse dal punto di vista biogeografico sono, infine, gli Isopodi che fanno capo al sottordine Oniscoidea, adattati alla vita subaerea. La maggior parte di queste forme non dispone

di meccanismi perfezionati per il controllo dell'evaporazione dei liquidi corporei, per cui, moltissime specie, pur vivendo negli ambienti più disparati, tendono a localizzarsi in luoghi con alto grado di umidità relativa. L'ambiente ipogeo, le grotte in particolare, offre condizioni ecologiche ottimali per cui il numero di specie trogllossene o subtrogllofile è molto alto. Molte specie proprie dei sistemi edafici, come gli Aploftalmini, si riscontrano in grotta con una certa frequenza. Risulta quindi necessario limitare il discorso a forme più spiccatamente troglobie, tenendo naturalmente conto anche di quelle specie esterne che per motivi filogenetici e biogeografici rientrano necessariamente nel discorso.

La famiglia dei Trichoniscidae offre una casistica di grandissimo interesse per il biogeografo. Si tratta, infatti, di forme la cui capacità di dispersione è generalmente ridottissima e la cui distribuzione geografica testimonia, spesso, delle complesse vicende storiche del passato.

Un esempio tipico è presentato dal popolamento isopodologico della Sardegna: accanto a forme con strettissime affinità pirenaiche, che ci consentono di far riferimento ai rapporti miocenici dell'isola col massiccio pirenaico, come *Scotoniscus janas*, *Catalauniscus birudinella* e *C. puddui*, troviamo forme ad affinità alpine, come *Alpiniscus fragilis*. Sempre relativamente al popolamento sardo, c'è da citare il genere *Oritoniscus* (con la specie *O. condei*) distribuito in un arco che interessa i Pirenei orientali, la costa mediterranea francese, la Corsica e l'Isola di Montecristo (dove vive, nella Grotta del Santo, la stessa specie corsa *O. paganus*). Questa distribuzione, come del resto quella di *Nesiotoniscus* (presente in Sardegna con *N. patrizii*), si può interpretare risalendo alla continuità continentale precedente alla rotazione sardo-corsa, senza quindi evocare le emersioni tirreniane.

La presenza di *Nesiotoniscus helenae* in una grotta siciliana, si ricollega, probabilmente, a fenomeni di popolamento successivi, relativi agli alterni rapporti fra l'isola e la costa africana (si conoscono due specie algerine di questo genere), che debbono essere ipotizzati sulla base delle notevoli concordanze faunistiche fra questi due sistemi di terre attualmente emerse.

L'assenza di tutti i generi citati sulla penisola italiana (si esclude il *Nesiotoniscus nodulosus* Verhoeff di Sorrento la cui identità aspetta di essere definita) confermerebbe questa ipotesi dell'origine

sostanzialmente pirenaica di questo contingente del popolamento sotterraneo sardo, estremamente interessante per l'alto valore di indicatori biogeografici che le forme troglobie citate presentano. I rapporti di tipo tirreniano, di cui si accennava a proposito di *Stenasellus racovitzai* e *Proasellus beroni* (per la Corsica) potrebbero riferirsi ad un periodo successivo alla specializzazione troglobia e quindi al blocco delle possibilità di dispersione dei Trichoniscidi di cui sopra, il che potrebbe aver impedito il loro passaggio nella penisola italiana.

E' stata citata, per la fauna sarda, la specie *Alpioniscus fragilis*. Il genere è distribuito lungo tutto il corrugamento alpino fino alla Beozia. In particolare in Italia il genere è presente, oltre che in Sardegna, sulle Alpi Occidentali (Liguri, Graie) e Pennine con la specie *A. feneriensis* e, in provincia di Gorizia e Trieste con *A. strasseri*. L'aspetto curioso di questo genere sta nel fatto che la specie sarda, quella triestina, e le numerose specie dalmate sono riferite ad un sottogenere distinto, *Illyrionethes*; mentre la specie delle Alpi Occidentali e quella greca sono riferite al sottogenere *Alpioniscus*. Il che trova difficilmente una spiegazione plausibile a livello biogeografico. E' probabile che ulteriori indagini a livello tassonomico possano risolvere la questione. Va notato, a questo proposito, che il genere *Spelaeonethes*, estremamente affine ad *Alpioniscus*, ed in particolare al sottogenere *Illyrionethes*, completa in un certo modo il quadro corologico presentato per quest'ultimo genere. *Spelaeonethes* è infatti presente sui Pirenei e, in Italia, in grotte liguri e toscane (*S. mancinii*), del bergamasco e del bresciano (*S. brixienensis*) e del Veneto (*S. nodulosus*).

Per completare il discorso sul popolamento isopodologico sotterraneo di Sardegna, vale la pena di citare l'interessante caso del Trachelipide *Nagurus cerrutii*, scoperto in grotte del nuorese. Anche se la microftalmia di questa forma induce a pensare che non si tratta di una specie nettamente troglobia, attualmente è noto solo di ambiente cavernicolo. L'interesse biogeografico di questa forma sta nel fatto che il genere è a distribuzione nettamente orientale (in particolare India, Indonesia, Nuova Caledonia, etc.). *Nagurus cerrutii* fa parte di un complesso di forme che hanno raggiunto il bacino mediterraneo.

Altrettanto interessante è il caso dello Stiloniscide *Cordioniscus patrizii*, noto per grotte di dintorni di Siniscola. I rappresentanti

di questo genere sono da considerare relitti termofili a distribuzione anfiatlantica. L'attuale distribuzione nel bacino del Mediterraneo (Spagna, Nord Africa, Grecia e Sardegna) di varie specie troglobie di questo genere risulta difficilmente analizzabile per forme la cui stessa geonemia (oltre alla solita specializzazione ecologica) testimonia una storia antichissima ed inevitabilmente complessa. Rifarsi alle coste della Tetide per spiegare la presenza di specie troglobie di questo genere in America Centrale non aggiunge niente al puro dato corologico ed ecologico.

Per restare nel discorso delle forme relitte di antica data, il genere *Miktoniscus*, triconiscide presente in una grotta della costa laziale con la specie *M. patrizii*, mostra una distribuzione analoga a quella di *Cordioniscus*. Molte delle specie afferenti a questo genere vivono tutt'ora in ambienti litorali o endogei. La stessa specie italiana, *M. patrizii*, mostra ancora microftalmia, cioè un adattamento parziale all'ambiente cavernicolo.

Più complessa è forse la storia del triconiscide *Finaloniscus franciscoloi*, noto per l'Arma delle Fate, in Liguria. Le altre due specie note per questo genere vivono in Corsica (*F. briani*) ed in Nord Africa (*F. berberensis*). Tutte queste specie presentano caratteri arcaici, specialmente a livello dei pleopodi copulatori.

Finaloniscus è strettamente affine al genere *Escualdoniscus*, presente con due specie in grotte pirenaiche, che a sua volta sarebbe, secondo Vandel, affine a generi come *Cantabroniscus*, spagnolo, e *Tiphlotricholigioides*, messicano, che presentano forme troglobie a vita completamente acquatica. Si tratterebbe in definitiva di un complesso di forme che sono da considerarsi autentici fossili viventi e, comunque, le più vicine alle forme ancestrali dell'intera linea filetica dei Trichoniscidi.

C'è comunque da sottolineare che una simile catena di affinità è ricostruita dalla comparazione di singoli lavori, in ognuno dei quali viene proposto un certo tipo di confronto fra due specie, o due generi, senza tener conto in che misura certe conclusioni in dettaglio modificano il quadro generale. Si tratta quindi di pure ipotesi di lavoro da rivedere.

Diamo ora un quadro schematico della distribuzione degli Isopodi troglobi in Italia continentale e Sicilia.

Cominciando dalle regioni Nord Occidentali, oltre ai già citati *Finaloniscus* e *Spelaeonethes*, un numero notevole di specie appar-

tenenti al genere *Buddelundiella* (*armata*, *biancheriae*, *caprai*, *franciscoliana*, *sanfilippoi*) è concentrata nelle grotte del *massifs de refuge* delle Alpi Marittime e Liguria. *Buddelundiella* occupava probabilmente, in passato, le regioni dell'Europa centrale e orientale come elemento di sistemi edafici. Alcune specie conservano ancora tale caratteristica ecologica, come *B. borgensis* e *B. zimmeri*, presenti, oltre che in grotte del Piemonte, anche nei sistemi superficiali delle Alpi Liguri, Marittime e Cozie. Anche *B. cataractae* mostra tale ubiquità ecologica che l'ha portata ad essere specie espansiva. La si ritrova, infatti, oltre che in Europa centrale, in tutta l'Italia continentale, in Sicilia e in Nord Africa.

B. zangheri, infine, è nota solo per ambienti di superficie (faggeta del monte Falterona), mentre per specie come *B. insubrica* (Lago Maggiore) e *B. voluta* (Col di Tenda) non si hanno notizie sull'ecologia. Molto è ancora oggetto di studio, attorno a questo genere, e molti dubbi sono da risolvere, come *B. serbani*, stranamente dislocata in Romania e alcune forme caucasiche.

Trichoniscus voltai, di grotte liguri, presenta una situazione ricorrente anche in altri gruppi di Artropodi: è noto cioè come troglodilo nell'area delle Alpi Marittime francesi ed esclusivamente come troglobio in Liguria.

Il passaggio dalle regioni Nord Occidentali a quelle Orientali ci è facilitato dall'esame della distribuzione del genere *Androniscus*. A parte la specie *A. roseus*, che fa capo al sottogenere *Roseoniscus*, ampiamente distribuita, sia in grotta che in ambiente ipogeo, lungo tutto l'arco Alpino (almeno per quanto riguarda l'Italia) e lungo l'Appennino Tosco Emiliano, esiste tutto un complesso di specie, riferite al sottogenere *Dentigeroniscus*, in cui, secondo Vandel (1960) si assisterebbe ad una progressiva specializzazione all'ambiente cavernicolo da Occidente (più esattamente dall'area del Lago Maggiore) ad Oriente (oltre i confini con la Jugoslavia). Si tratta di una ipotesi (la cui spiegazione biogeografica ci sfugge) che parte dalla considerazione per cui alcune specie (*calcivagus*, *brentanus*, *subterraneus*) sono presenti sia in grotta che all'esterno, mentre altre (*speleorum*, *noduliger*, *degener*, *paolettii*) sono note solo per ambienti cavernicoli. Si tratta comunque di una situazione che dovrà essere completamente rivista, anche se l'intricata letteratura esistente sull'argomento è tutt'altro che incoraggiante. Resta il fatto, comunque, che è total-

mente da dimostrare sia la non conspecificità di alcune delle entità descritte in passato, sia che le forme considerate esclusivamente troglobie lo siano realmente.

Allo stesso sottogenere *Dentigeroniscus* fa capo la specie *A. dentiger*, elemento frequentissimo nelle grotte di buona parte dell'Italia continentale, presente anche in Sicilia, ma comune anche in ambienti di superficie. Si tratta di una specie ad ampia capacità di dispersione, anche ad opera dell'uomo, tanto che la sua presenza è segnalata fin dall'Isola di Terranova.

Ancora nelle regioni settentrionali italiane ritroviamo endemismi troglobii come *Bergamoniscus boesii* e *Trichoniscus ghidinii* di una grotta del bresciano.

Androniscus (Roşeoniscus) stygius e *Titanethes albus*, infine, popolano grotte dell'area di confine orientale del nostro paese. *Titanethes albus*, distribuito ampiamente in territorio jugoslavo, è un classico troglobio dei sistemi sotterranei del Carso, noto per la sua attitudine a condurre vita «anfibia», con lunghe permanenze nelle raccolte d'acqua.

L'Italia Centrale presenta una casistica molto limitata. Abbiamo già citato *Miktoniscus patrizii*; si può solo aggiungere *Trichoniscus pusillus baschierii*, una razza geografica limitata al Monte Argentario, e *Trichoniscus callorii*, di una grotta dei Monti Lepini.

Più varia, ovviamente, è invece la situazione delle grotte pugliesi. A parte gli ormai notissimi endemismi, come *Castellanethes sanfilippoii*, *Murgeoniscus anellii* e *Trichoniscus ruffoi* (specie microfalma ma nota solo di grotta), ci sono da citare classici elementi transadriatici, come *Aegonethes cervinus* e *Trichoniscus matulici* (noto anche per stazioni dell'Italia Centrale e della Sicilia). Nelle grotte pugliesi si rinviene anche, come elemento stabile delle biocenosi sotterranee, *Trichoniscus zangherii* che più a Nord, nell'Appennino Emiliano, si rinviene in ambiente esterno. Come abbiamo detto casi simili sono assai frequenti tra gli Oniscoidei.

Resta infine la Sicilia dove oltre elementi come il già citato *Nesiotoniscus helenae*, troviamo specie troglobie di generi cui fanno capo, di norma, specie epigee. Si tratta di *Armadillidium lagrecai*, *Spelaeoniscus ragonesei*, *Trichoniscus alexandrae*.

Ci è sembrato utile corredare questo quadro schematico del popolamento isopodologico cavernicolo italiano di una *check list* delle specie troglobie di Oniscoidei, in cui si possano ritrovare quelle

indicazioni che avrebbero appesantito il tono volutamente discorsivo del testo. Per le forme acquatiche ci si può riferire ad Argano (1979).

La lista è necessariamente limitata alle specie che possono considerarsi esclusivamente troglobie, perchè una lista degli Isopodi Oniscoidei genericamente rinvenuti in grotta, a causa della tendenza generale di questi organismi a ricercare ambienti umidi, come accennato all'inizio, sarebbe, in questo contesto, di dubbia utilità (bisognerebbe citare specie come *Ligia italica* o *Helleria brevicornis* che ben poco hanno a che fare con le grotte, ma che occasionalmente vi si rinvencono). Ciò non toglie che la dinamica ecologica delle grotte dipende anche da un complesso di specie di Isopodi tendenzialmente troglosseni. Ma questo aspetto esula dal taglio biogeografico della presente nota. Abbiamo anche escluso gruppi come gli Aploftalmini, Mesoniscidi, Squamiferidi, che comprendono soprattutto forme che possono essere genericamente definite edafiche, anche se in alcuni casi sono ancora note solo per stazioni cavernicole.

La lista che segue riporta, per ogni specie, il nome dell'Autore, la data e la citazione bibliografica della descrizione originale, il nome del genere sotto cui è stata originariamente descritta la specie (quando risulta cambiato), la località tipica, (indicata con *), un cenno sulla distribuzione generale.

La bibliografia riporta, oltre alle poche citazioni del testo, tutte le citazioni riferite alle specie della *check list*.

Stefano Taiti ci ha dato molti consigli ed informazioni: lo ringraziamo assieme a tutti i colleghi con cui abbiamo avuto scambi di vedute.

FAM. STYLONISCIDAE

Gen. *Cordioniscus* Graeve, 1914

Cordioniscus patrizii Brian, 1955 (p. 149)

* Grotta Cane Gortòe. Sa/CA (Siniscola).

Altre grotte della Sardegna.

FAM. TRICHONISCIDAE

Gen. *Aegonethes* Frankenberg, 1938

Aegonethes cervinus (Verhoeff, 1931) (sub. *Illyrionethes cervinus* p. 22)

* Grotta Paganetti (Isola di Curzola) Jugoslavia.

Grotte della Dalmazia e della Puglia.

Gen. *Alpioniscus* Racovitza, 1908

Alpioniscus (*Alpioniscus*) *feneriensis* (Parona, 1880) (sub. *Titanethes fenerienis* p. 50).

* Grotta del Mt. Fenera (Val di Sesia) Pi.

Grotte delle Alpi Liguri, Graie e Pennine.

Alpioniscus (*Illyrionethes*) *fragilis* (Budde-Lund, 1909) (sub. *Titanethes* (*Alpioniscus*) *fragilis* p. 68)

* Grotte della Sardegna.

Alpioniscus (*Illyrionethes*) *strasseri* (Verhoeff, 1927) (sub. *Illyrionethes strasseri* p. 270)

* In una grotta sul Mt. Spaccato in Istria.

Grotte del Goriziano e Triestino. Carso sloveno, Istria, Croazia, Isola di Cherso.

Gen. *Androniscus* Verhoeff, 1908

Androniscus (*Roseoniscus*) *stygius* (Némec, 1897) (sub. *Trichoniscus stygius* p. 59).

* Grotta di Gabrovizza (TS).

Grotte della Venezia Giulia, della Slovenia e della Croazia.

Androniscus (*Dentigeroniscus*) *degener* Brian, 1926 (p. 179)

* Grotta del Marchi (Valle Illasi) (VR).

Grotte del Veneto e della Lombardia.

Androniscus (*Dentigeroniscus*) *noduliger* (Verhoeff, 1928)

* Pozzo presso Cevola di Sores, Friuli Venezia-Giulia.

Grotte del Friuli-Venezia-Giulia.

Androniscus (*Dentigeroniscus*) *paolettii* Caruso, 1972 (p. 104)

* Grotta Pellegrin (Selva di Grigno) (TN).

Grotte in provincia di Trento e Belluno.

Androniscus (*Dentigeroniscus*) *spelaeorum* Verhoeff, 1908 (sub *Androniscus subterraneus spelaeorum* p. 138)

* In piccola grotta presso Como a m. 950 sul Mt. Brunate, Lombardia.

Grotte della Lombardia.

Androniscus (*Dentigeroniscus*) *subterraneus* (Carl, 1906) (sub *Trichoniscus roseus* (Koch) var. *subterraneus* p. 606)

* Grotta di Osteno, Svizzera.

Grotte nei dintorni del Lago di Como e del Lago di Lugano, grotte del Veneto.

Gen. *Bergamoniscus* Brian e Vandel, 1949

Bergamoniscus boesii (Brian, 1926) (sub *Trichoniscus boesii* p. 172)

* Grotta di Val Asnina, (Val Seriana) 1001 Lo/BG.

Gen. *Castellanethes* Brian, 1952

Castellanethes sanfilippo Brian, 1952 (p. 3)

* Grave di Castellana 8 Pu/BA.

Gen. *Catalauniscus* Vandel, 1953

Catalauniscus hirundinella Argano, 1973 (p. 154)

* Grotta di su Mannau, 97 Sa/CA.

Altre grotte della Sardegna.

Catalauniscus puddui Argano, 1973 (p. 156)

* Grotta di su Mannau, 97 Sa/CA.

Altre grotte della Sardegna.

Gen. *Finaloniscus* Brian, 1951

Finaloniscus franciscoloi (Brian, 1951) (sub *Marioniscus franciscoloi* p. 22)

* Arma de Fate, 33 Li/SV.

Altre grotte della Liguria Occidentale.

Gen. *Miktoniscus* Kesselyak, 1930

Miktoniscus patrizii Brian, 1950

* Grotta dei Pipistrelli (LT), Lazio.

Gen. *Murgeoniscus* Arcangeli, 1938

Murgeoniscus anellii Arcangeli, 1938 (p. 37)

* Grotta Gemmabella (Noci), 6 Pu/BA.

Grotte della Puglia (Murge Meridionali).

Gen. *Nesiotoniscus* Racovitza, 1908

Nesiotoniscus helenae Brisolese e Caruso, 1974 (p. 259)

* Grotta Pellegrino (SR), Sicilia.

Nesiotoniscus patrizii Brian, 1953 (p. 31)

* Grotta di San Giovanni a Domus Novas, 81 Sa/CA.

Altre grotte della Sardegna.

Gen. *Oritoniscus* Racovitza, 1908

Oritoniscus condei Brian, 1956 (p. 88)

* Grotta Cane Gortòe, Sa/CA (Siniscola).

Altre grotte della Sardegna.

Gen. *Scotoniscus* Racovitza, 1908

Scotoniscus janas Argano, 1973 (p. 158)

- * Grotta di su Mannau, 97 Sa/CA. (Fluminimaggiore).

Gen. *Spelaeonethes* Verhoeff, 1932

Spelaeonethes brixienis (Brian, 1938) (sub *Trichoniscus* (*Spelaeonethes* *brixienis* p. 170).

- * Bocola di V. Morina, 117 Lo/BS, presso Breno in Val Camonica. Grotte della Lombardia e del Veneto.

Spelaeonethes mancinii (Brian, 1913) (sub *Trichoniscus mancinii* p. 465)

- * Grotta del Buggine presso Cardoso (Ponte Stazzemese) Alpi Apuane, Toscana.
Grotte della Liguria e della Toscana.

Spelaeonethes nodulosus Verhoeff, 1932 p. 17

- * Grotta Parolini presso Vicenza, Veneto.
Altre grotte del Veneto.

Gen. *Titanethes* Schiodte, 1849

Titanethes albus (Koch, 1841) (sub *Pherusa alba* p. 24)

- * Grotte di Postumia (Slovenia).
Grotte della Jugoslavia, del Goriziano e del Triestino.

Gen. *Trichoniscus* Brandt, 1833

Trichoniscus alexandrae Caruso, 1978 (p. 145)

- * Grotta Molara, 53 Si/PA.
Altre grotte della Sicilia.

Trichoniscus callorii Brian, 1954a (p. 9)

- * Grotta del Pozzo Comune, Mt. Lepini (Colleferro), Lazio

Trichoniscus ghidinii Brian, 1931 (p. 67)

- * Buco del Romito, 15 Lo/BS.

Trichoniscus ruffoi Arcangeli, 1952 (p. 153)

- * Grotta la Zinzulusa (Castro), Pu/LE.
Altre grotte della Puglia.

Trichoniscus pusillus baschierii Brian, 1953 (p. 26)

- * Grotta Punta degli Stretti, Mt. Argentario, Toscana.

Trichoniscus voltai Arcangeli, 1948 (p. 27)

- * Grotta di Bossea (Mondovì), Pi/CN.
Altre grotte della Alpi Liguri.

FAM. BUDELUNDIELLIDAE

Gen. *Buddelundiella* Silvestri, 1897*Buddelundiella armata* Silvestri, 1897 (p. 540)

* Arma di Grai inferiore, 120 Pi/CN.

Arma Nera, 187 Pi/CN.

Buddelundiella biancheriae Brian, 1954b (p. 24)

* Tana de Conche, 93 Li/SV.

Buddelundiella caprai Brian, 1936 (p. 23)

* Grotta delle Arene candide, 34 Li/SV.

Altre grotte del Savonese.

Buddelundiella franciscoliana Brian, 1953 (p. 28)

* Grotta dell'Orso, 118 Pi/CN.

Arma Cornarea, 252 Li/IM.

Buddelundiella sanfilippoi Brian, 1951 (p. 4)

* Grotta della Taglia, 79 Li/SP.

FAM. TRACHELIPIDAE

Gen. *Nagurus* Holthuis, 1949*Nagurus cerrutii* Vandel, 1958 (p. 148)

* Pozzo sulle pendici del Mt. Tuttavista (Dorgali) Sa/NU.

Grotta sul Mt. Ospile (Dorgali) Sa/NU.

FAM. SPELAEONISCIDAE

Gen. *Spelaeoniscus* Racovitza, 1908*Spelaeoniscus ragonesei* Caruso e Lombardo, 1977 (p. 99)

* Grotta Monsignor Guastella, vallone Pisaro (Noto), Si/SR.

FAM. ARMADILLIDIDAE

Gen. *Armadillidium* Brandt, 1833*Armadillidium lagrecai* Vandel, 1969 (p. 36)

Grotta Monello Si/SR.

SUMMARY

One of the most noteworthy characteristics of the Isopod Crustacea Order is its wide adaptive radiation.

It follows, therefore, that, when analyzing how colonisation occurred, any outline of underground fauna population in Italy must take this aspect into account.

This paper reviews all underground aquatic Isopods families to be found in Italy: Cirolanidae, Sphaeromidae, Asellidae, Stenasellidae, Microparasellidae e Microcerberidae.

As far terrestrial Isopods (Oniscoidea) only strictly troglobytic forms are therein reviewed, and a «check list» of the type localities of single species and their general distribution is given.

BIBLIOGRAFIA

- ARCANGELI A., 1938. *Murgeoniscus anellii*: nuovo genere e nuova specie di Isopodo terrestre cavernicolo italiano. Le Grotte d'Italia, (2) 3: 37-42, 7 tavv.
- ARCANGELI A., 1948. Crostacei Isopodi terrestri della Grotta di Bossea (Mondovì). Boll. Ist. Mus. Zool. Univ. Torino, 1, 4: 23-28, 2 tavv.
- ARCANGELI A., 1952. La fauna isopodologica terrestre della Puglia e delle isole Tremiti e la sua probabile origine in rapporto alla diffusione transadriatica di specie. Mem. Biogeogr. Adriatica, 2: 110-171, 2 tavv.
- ARGANO R., 1973. Trichoniscidae della Grotta di su Mannau, Sardegna Sud-Occidentale (Crustacea, Isopoda). Int. J. Speleol. 5: 153-162.
- ARGANO R., 1979. Isopodi (Crustacea, Isopoda). Guide per il riconoscimento delle specie animali delle acque interne italiane. Collana Progetto Finalizzato «Promozione della Qualità dell'Ambiente». 5: 1-64.
- BRIAN A., 1913. Di un nuovo Isopodo terrestre cavernicolo delle Alpi Apuane. Ann. Mus. civ. St. nat. Genova, 45 (1912): 465-469, 2 tavv.
- BRIAN A., 1926. Trichoniscidi raccolti in alcune caverne d'Italia. Mem. Soc. entomol. Ital., 5: 170-186, 2 tavv.
- BRIAN A., 1931. Determinazione di un nuovo materiale di isopodi cavernicoli, raccolto nel corso delle esplorazioni del gruppo Grotte Cremona (C.A.I. di Cremona). Atti Soc. Ital. Sc. Nat., 70: 66-78, 1 tav.
- BRIAN A., 1936. Descrizione di una nuova specie di *Buddelundiella* proveniente dalla Caverna delle Arene Candide (Isopodo terrestre). Boll. Soc. entomol. Ital., 68: 22-27.
- BRIAN A., 1938. Determinazione di Trichoniscidi e di altri Isopodi terrestri cavernicoli. Mem. Soc. entomol. Ital., 16 (1937): 167-225.
- BRIAN A., 1950. Descrizione di una specie nuova del gen. *Miktoniscus* Kesselyak (1930) e di una sottospecie nuova del gen. *Haplophthalmus* Schobl (1860). Ann. Mus. civ. St. nat. Genova, (4) 1: 1-11.
- BRIAN A., 1951. Descrizione di un nuovo genere di Trichoniscide raccolto in una grotta Ligure da Mario Franciscolo. (Isopodo cavernicolo). Boll. Soc. entomol. Ital., 81: 22-25.
- BRIAN A., 1952. Intorno a due interessanti e nuovi Trichoniscidi (Isopodi terrestri) raccolti dal Sig. Nino Sanfilippo nelle Grave di Castellana (Crustacea: Isopoda). Boll. Soc. entomol. Ital., 82: 3-8.
- BRIAN A., 1953. Di alcuni Trichoniscidi nuovi della fauna endogea italiana (Isopodi terrestri). Boll. Soc. entomol. Ital., 83: 26-35.
- BRIAN A., 1954a. Intorno a due Crostacei cavernicoli raccolti per cura del Circolo Speleologico Romano. Tip. Badioli, Genova, 11 pp. 2 tavv.
- BRIAN A., 1954 b. Descrizione di una nuova specie di *Buddelundiella* ed ulteriori osservazioni sulla morfologia della *Buddelundiella sanfilippoi* Brian (Isopoda terrestria). Boll. Soc. entomol. Ital., 84: 24-31.

- BRIAN A., 1955. Descrizione di una specie nuova di crostaceo cavernicolo della Sardegna raccolta dal Marchese S. Patrizi. Boll. Soc. entomol. Ital., **85**: 148-153.
- BRIAN A., 1956. Nota su di una specie di *Oritoniscus* raccolta dal Marchese S. Patrizi in grotte della Sardegna. Boll. Soc. entomol. Ital., **86**: 88-93.
- BRISOLESE S., CARUSO D., 1974. Ricerche bio-ecologiche sulla fauna delle grotte di Sicilia. II. *Nesiotoniscus belenae* nuova specie di isopodo cavernicolo di Sicilia. Animalia, **1**: 257-264.
- BUDDE-LUND G., 1909. Land-Isopoda. L. Schultze. Zool. anthrop. Ergebn. Forschungsreise. Sudafrika. II Denkschr. med. Gesell. Jena, **24**: 53-70.
- CARL J., 1906. Beitrag zur Höhlenfauna der Insubrischen Region. Rev. Suisse Zool., **14**: 601-615.
- CARUSO D., 1972. Isopodi terrestri di grotte delle Alpi Orientali. Boll. Sed. Accad. Gioenia Sc. nat. Catania (**4**) **11**: 99-110.
- CARUSO D., 1978. Ricerche faunistiche ed ecologiche sulle grotte di Sicilia. V. Isopodi nuovi di grotte carsiche siciliane (Crustacea, Isopoda, Oniscoidea). Animalia, **5**: Isopoda, Oniscoidea). Animalia, **5**: 145-157.
- CARUSO D., LOMBARDO B.M., 1977. Ricerche faunistiche ed ecologiche sulle grotte di Sicilia. III. *Spelaoniscus ragonesi* nuova specie di Isopodo di una grotta dei Monti Iblei (Sicilia). (Crustacea, Isopoda, Oniscoidea). Animalia, **4**: 99-107.
- DANIELOPOL L., 1978. On the origin and the antiquity of the *Pseudolimnocythere* species (Ostracoda, Loxoconchidae). 1r. Symposium International sur la Zoogeographie et l'ecologie de la Grèce et des Régions avoisinantes. Atene.
- KOCH C.L., 1841. Deutschlands Crustaceen, Myriapoden und Arachniden. Heft. 34. (Auch in G.W.F. Panzer, Deutschlands Insekten, Heft. 180).
- NÉMEC B., 1897. Über einige Arthropoden der Umgebung von Triest. Verh. Zool.-bot. Ges. Wien, **47**: 58-64.
- PARONA C., 1880. Di due Crostacei cavernicoli delle grotte del Mt. Fenera (Val Sesia). Atti Soc. Ital. Sc. Nat., **23**: 42-60, 2 tavv.
- RACOVITZA E., 1910. Sphéromiens (1ere serie) et revision des Monolistrini (Isopodes Sphéromiens). Arch. Zool. Exp. Gen. Biospeologica, **4**: 625-758.
- SBORDONI V., CACCONE A., DE MATTHAEIS E., COBOLLI SBORDONI M., 1980. Biochemical divergence between cavernicolous and marine Sphaeromidae and the Mediterranean salinity crisis. Experimentia, **36**: 48-49.
- SILVESTRI F., 1897. Res Ligusticae. XXVIII. Descrizione di un nuovo Isopodo delle Caverne Liguri. Ann. Mus. civ. St. nat. Genova, **38**: 540-542.
- STOCK J., 1977. The taxonomy and zoogeography of the Hadziid Amphipoda with emphasis on the West Indian taxa. Studies on the fauna of Curaçao and other Caribbean Islands, **55**: 1-130.
- VANDEL A., 1958. Sur un nouvel isopode terrestre provenant des grottes de Sardaigne, *Nagurus cerrutii* n. sp.. Boll. Soc. entomol. Ital., **88**: 148-150.
- VANDEL A., 1960. Les espèces d'*Androniscus* Verhoeff 1908 appartenant au sous-genre *Dentigeroniscus* Arcangeli 1940 (Crustacés: Isopodes terrestres) Ann. Spéol., **15**: 553-584.
- VANDEL A., 1969. Les Isopodes terrestres de la Sicilie. Atti Accad. Gioenia Sc. Nat. Catania, **1**: 1-59.
- VERHOEFF K.W., 1908. 1. Über Isopoden. *Androniscus* n.g.. 13 Aufsatz. Zool. Anz., **33**: 29-148.
- VERHOEFF K.W., 1927. *Illyrionethes* n.g. eine cavernicole Trichonisciden. Gattung. 35 Isopoden - Aufsatz. Zool. Anz., **72**: 268-274.
- VERHOEFF K.W., 1928. Arthropoden aus sudostalpinen Höhlen, gesammelt von Karl Strasser, in Triest. Mitteil Höhlen. Karstf: 15-35.
- VERHOEFF K.W., 1931. Zur Kenntnis alpenländischer und mediterraner Isopoda terrestria. (47. Isopoden-Aufsatz). Zool. Jb. Syst., **62**: 15-52.
- VERHOEFF K.W., 1932. Cavernicole Oniscoidea. 44 Isopoden-Aufsatz. Mitteil Höhlen. Karstf.: 12-24.