

거미류의 생태적 진화에 관한 연구

김 주 필

(동국대학교 응용생물학과 · 한국거미연구소)

Ecological Evolution of the Spiders

Kim, Joo-Pil

(Department of Applied Biology, Dongguk University · The Arachnological Institute of Korea)

ABSTRACT

This study reports evolution of spiders which were introduced 400 million years ago in ecological and evolutionary aspects. First ecological aspects: underwater life, life of fallen leaves, the crevice of soil, underground life, life in cavern, wandering life in the surface of the earth and threading life in the air. Second evolutionary aspects : a kind of the arachnids and morphological change.

Key words: Ecological evolution, Spider, Evolutional aspects

서 론

거미류는 아마도 약 4억년전에 고생대(Paleozoic) 데본기(Devonian)에 출현하였을 것이다. 그 이유는 3억 8천만 년 전에 거미류의 화석이 미국의 New York 주의 Gilboa 지역에서 발견되어 명명된 *Attercopus fimbriunguis*를 근거로 하여 위와 같이 연대를 측정하였다.

뿐만 아니라 3억년전 석탄기(Carboniferous)에 보존되어 온 거미류의 화석, 예를 들면 *Arthrolycosa protolycosa*는 현존하는 가운데실것거미亞目(Archaeoethelae, Liphistiomorphae)의 일종과 매우 흡사하다.

그러나, 중생대(Mesozoic)에는 거미류에 관한 화석이 전혀 발견되지 않고 있다. 단지 3천년전 신생대(Cenozoic) 제 3기(Tertiary) 점신세(Oligocene)에 비로소 다시 거미류의 화석을 발견할 수가 있다. 이 화석들의 대부분들은 호박(Amber)에 들어있는 거미류들이다.

이러한 제 3기의 거미류들은 현재의 거미류와 매우 흡사하여 거미류의 진화과정에 어떠한 단서도 제공해 주지도 못한다.

고대생물학에 있어서 화석에 대한 기록이 아주 적어서 현존하는 무편류(無鞭類, Amblypygi)의 특징과 거미류 발생학의 근거로써 거미류 조상의 특징을 추리해 낼 수 밖에 없다.

거미류 조상의 두흉부(Cephalothorax)는 6개의 체절로 되어 있었고, 복부(Abdomen)는 12개의 체절로 되어 있어

모두 18개의 체절로 되어 있었다. 복부 제 2절 즉, 제 8 절에는 생식기가 있었고, 또한 제 8, 9 절에는 각각 한 쌍의 호흡기가 있었다. 그리고 제 10, 11 절에는 각각 4개의 실젓(Spinnerets)이 있었다. 진화과정 중에 두흉부의 체절이 융합되었고, 등부분에 1개의 배갑(Carapace)으로 덮여 있게 되었다.

복부 제 1 절인 제 7 절은 원래는 폭이 넓었으나, 점차 좁아지고 짧아져 가늘고 짧은 배자루(Pedice)가 되었다.

그 후, 복부의 나머지 체절도 소실되었고, 현재 가운데실젓거미亞目에만 원체절의 등부분에 골편과 체절이 남아 있는 형편이고, 실젓도 복부 중간부분에 그대로 존재하고 있다. 실젓은 계속 진화가 되어 복부 끝부분으로 이동해 갔고, 거미류의 몸체는 점점 작아졌고, 수명도 단축되었다. 그러나, 거미류의 행동(Behavior)은 더욱 더 복잡해져 갔다.

또한 수염기관(Palpal organ)을 통하여 정자(Sperm)를 직접 암컷 체내에 전해주고, 정포(精包, Spermatophore)를 사용하지 않게 되었다.

독립된 한 목(目, Order)으로써의 거미류는 그 생태분포의 광범위함은 다른 동물분류군(Taxon)과는 비교할 수 없을 정도이다.

수중에서부터 지표, 낙엽층, 토양 틈사이, 동굴, 초원, 나무, 건축물내 그리고, 땅 속에 이르기까지 생활범위가 광범위하고 다른 동물에게서는 볼 수 없는 공중에서 거미그물을 치고 사는 생활, 그리고 거미줄을 이용한 분산(Balloon-ing)을 하는 등의 특징을 갖고 있다.

이러한 거미류의 진화과정을 서식처 중심으로 생태학적인 측면에서 주로 정리하여 조사 보고하고자 한다.

결과 및 고찰

거미류는 최초에는 물 속에서 살다가 육상으로 상륙하였을 것이다. 물론 현재 육상생활을 하는 대부분의 동물들도 마찬가지였을 것이다. 거미류의 조상들은 아마도 어둡고 습한 지역 - 낙엽층, 토양 틈사이 -에서 오랜시간을 지내며 선택하여 정착하였을 것으로 사료된다.

그런 후에 일부 거미류는 땅속의 굴로 잠입하여 살았을 것이며, 또한 다른 종류의 일부는 자기가 직접 땅속에 굴을 만들어 살았을 것이다.

이러한 사실로 보아 현존하는 하등 거미류는 대부분이 어두운 곳이나 땅 속에서 생활하는 것을 암시해 준다.

낙엽층이나 토양 틈사이에서의 생활은 거미류가 후에 다방면으로 진출하여 진화하는 본거지가 된 것이다.

땅속생활, 동굴생활, 배회생활, 공중생활하는 거미류들은 모두가 이 낙엽층 생활이나 토양 틈사이에서의 생활을 거쳤다.

그러므로 현재에도 낙엽층이나 토양 틈사이에는 각종 색의 거미류가 서식하고 있다.

그러나, 그들은 모두 어둡고 습한 것을 좋아하는 거미류인 것이다. 이러한 대부분의 거미류들이 현재 동굴성 거미류들과 같은 종류들이다.

즉, 잔나비거미과 (Leptonetidae), 가계거미과 (Agelenidae)의 굴뚝거미屬 (Cybaeus), 굴아기거미과 (Nesticidae) 등이다.

물론, 배회성거미류 (Hunting spiders)들도 이에 해당되는 것이 많다. 일부 공중생활로 발전 진화한 애접시거미아과 (Erigoninae), 접시거미과 (Linyphiidae), 꼬마거미과 (Theridiidae) 등도 이에 속한다.

빛을 좋아하는 낮포스라소니거미 (*Oxyopes sertatus*)의 새끼거미들이 가끔 낙엽층 속에서 발견되는데, 이는 낙엽층이야말로 중요한 거미류들의 본거지임을 암시해주고 있는 것이다.

현재에도 여전히 땅속의 음습한 장소에서 생활하는 가운데실젖거미亞目, 원실젖거미下目 (Megalomorphae, Prothelaeae)에 속하는 종류가 있다.

가운데실젖거미亞目の 절판거미과 (Liphistiidae)의 Heptathela는 가장 원시적인 거미류이라 아직도 복부 등면에 체절이 그대로 흔적기관으로써 남아 있다.

원실젖거미下目の 굴거미과 (Antrodiaetidae), 문달이거미과 (Ctenizidae)의 라토치거미 (*Latouchia typicus*)는 모두 땅속에 굴을 파고 생활하는데, 굴입구에는 문달이가 있다. 다만, 사립문달이거미 (*Ummidia fragaria*)만이 땅속을 떠나서 나무위의 수피에 굴을 파고 생활하기 시작하였다.

땅거미과 (Atypidae)의 고운땅거미속 (*Calommata*)도 땅속

생활을 하는데, 이 거미는 굴입구에 문달이는 없고 방사형의 신호줄을 쳐놓아서 먹이를 포획한다.

이와 같이 거미류에서 한편으로는 공주거미과 (*Segestriidae*)의 공주거미속 (*Ariadna*)과 돌거미속 (*Segestria*)으로 발전하였고, 또 다른 한편으로는 긴꼬리거미과 (*Dipluridae*)로 발전하였다.

땅거미과의 한국땅거미 (*Atypus coreanus*)는 전자와 후자의 중간으로 생각된다. 즉, 한국땅거미의 집은 약 45 cm내외의 긴 대롱모양인데, 이 중에서 30 cm 정도는 땅속으로 들어가 있고, 15 cm 정도는 지상부로 올라와 있다.

그러나, 긴꼬리거미과는 땅속에 굴을 파 놓고 공중에는 수평의 거미그물을 쳐놓고 있다. 한국땅거미나 긴꼬리거미과는 땅속은 주거용으로 사용하고, 지상부는 사냥터로 이용함으로써 땅속과 지상생활을 겸하고 있는 것이다.

이러한 거미류의 이와 같은 생활방식이 가계거미과의 거미그물로 발전진화되었다고 볼 수 있다.

즉, 평편한 거미그물 뒷쪽에 터널모양의 굴을 거처로 만들어 놓았다.

진화적인 측면에서는 대부분이 동굴거미류 역시 하등거미류에 속한다. 뿐만 아니라, 썩은 낙엽층에서 생활하는 거미류와 많은 공통점을 갖고 있다. 일반적으로 색소가 없어졌고, 눈은 퇴화되어가고, 체표는 연해지는 경향이 있다.

물론 이러한 형태의 변화는 동굴생활 이전에 생긴 것인지? 아니면 그 후에 생긴 것인지? 궁금하기 짝이 없을 것이다.

석회암 동굴은 몇 만년 이전에 형성된 것이다. 오랫동안 이러한 어둠속에 갇혀 있었다면 이러한 변화가 생긴 것은 당연한 것으로 사료된다.

그러나, 많은 동굴생활을 하는 거미들은 낙엽층 중에서 근대의 용암동굴 더욱 현대와 가까운 인공동굴내에서 눈이 퇴화 중인 우에노굴아기거미 (*Nestcus uenoi*)와 눈이 없는 장님잔나비거미 (*Leptoeta caeca*)를 채집할 수 있고, 낙엽층 속에서는 눈이 6개인 요시아키굴뚝거미 (*Cybaeus yoshiakii*)를 발견할 수가 있다.

그러므로 눈의 퇴화는 동굴생활전 또는 동굴생활 후에 진행된 것으로 생각된다.

동굴 거미류 중 동굴안과 밖에서 모두 볼 수 있는 종류는 호동굴성이고, 동굴안에서만 볼 수 있는 것은 진동굴성 종류인데 이것들은 엄격하게 구별 지을 수는 없다.

여러종류의 동굴 속에 모두 살고 있는 거미류는 동굴 밖에서도 반드시 발견된다.

그렇지만 진동굴성 거미류는 동굴밖에서는 발견할 수가 없다. 이러한 거미류들이 진화적으로 생활의 본거지인 낙엽층을 떠난 후의 생활을 살펴 보면 우선 배회성거미류도 정주성거미류 (Settling spiders)도 아닌 그 중간형이 있다고 볼 수 있다. 즉, 나무 줄기나 가지에 집을 짓고 생활하며 거미그물은 치지 않는 것들이 있다. 돌거미속 (*Segestria*)과

공주거미속(*Ariadna*) 등은 나무틈새에 긴 대롱형태의 집을 짓고 입구에 신호줄은 쳐 놓았다가 먹이가 신호줄은 건드리면 즉시 나와서 먹이를 포획한다. 사립문문단이거미(*Ummidia fragaria*)는 비록 나무위의 생활을 시작했지만 대롱모양의 집입구에 문단이가 있다. 위턱엄니기부에 굴을 파는 용도의 쇠스랑을 갖고 있다. 이러한 것들은 모두 땅속 생활이 남겨준 흔적기관인 것이다.

땅속에서 공중생활로의 이동에는 대략 2가지 경로가 있다.

그 첫째가 가계거미과처럼 진화발전하는 것이고, 또 다른 하나는 왕거미과처럼 진화발전하는 것이다. 즉 가계거미류가 진화 발전하는 것은 다음과 같다.

긴꼬리거미과(*Dipluridae*)는 땅속에 굴을 파서 거처를 만들고, 지상에는 수평그물을 친다. 이러한 형태로 땅속에서 쳤던 거미그물을 나무 위로 옮겨 놓으면 풀거미속(*Agelena*)과 집가계거미속(*Tegenaria*)의 거미그물로 진화 발전될 수가 있다.

그들은 대롱모양의 터널에서 거주하는데, 먹이가 거미그물에 걸리면 터널의 거처에서 뛰어나와 먹이를 포획하는 습성이 똑같다. 또한, 늑대거미과(*Lycosidae*)는 가계거미과(*Agelenidae*)가 진화하는 과정 중에 파생적으로 생겨난 거미류이다. 이 늑대거미과 중의 말늑대거미속(*Hippasa*)은 여전히 거미그물을 치지만 대부분은 이미 배회성거미류로 변화되었다.

말늑대거미속(*Hippasa*)은 발톱이 3개여서 다른 2개의 발톱을 가진 배회성 거미류와는 기원이 다르다. 말늑대거미속의 근친종으로는 스라소니거미과(*Oxyopidae*)와 닳거미과(*Pisauridae*) 등이 있다.

이 진화과정중에는 어둠에서 밝음으로의 변화도 포함된다. 가계거미속(*Coleotes*)은 어둠을 좋아하고, 집가계거미속(*Tegenaria*), 풀거미속(*Agelena*), 짧은마디늑대거미속(*Lycosa*)과 닳거미속(*Dolomedes*) 등은 순서대로 밝은 곳으로 이동하게 되었다.

닳거미과(*Pisauridae*)의 닳거미속(*Dolomedes*)은 다시 물가생활에 적응하면서 수면위에서 활동하거나 심지어는 물속으로 들어가기도 한다.

그 다음 왕거미과로 진화발전된 과정은 다음과 같다. 낙엽층과 토양틈사이에서 생활하는 동안에는 거미그물은 서식처는 될 수는 있었지만, 먹이 포획에는 사용되지 않았다. 공중으로 서식처를 옮김에 따라 거미줄의 구성물질도 진화되어 복잡해졌다. 즉, 우리가 현재 볼 수 있는 각종 거미그물로 점차 진화되었다.

몸의 구조도 이에 따라 변화하여 다리가 길어졌고 3개의 발톱중에 윗발톱 2개와 아랫발톱 1개가 조화를 이루어 거미줄을 잡고 활동하기에 편해졌다.

최초의 거미그물들은 말꼬마거미(*Achaearanea tepidariorum*)처럼 불규칙하게 쳤지만, 후에는 접시거미속(*Linyphia*)

처럼 입체적이고 복잡한 거미그물로 진화 발전하게 되었다(Coddington and Levi, 1991).

이러한 거미그물들은 왕거미과(*Araneidae*)의 궁형거미속(*Cyrtophora*)과 같은 무포획용의 끈끈한 점액성이 없는 원형그물로 발전하였다. 그 후, 다시 끈끈한 점액성이 있는 왕거미속(*Araneus*), 호랑이속(*Argiope*), 무당갈거미속(*Nephila*)의 원형그물이나 말발굽형그물로 진화 발전하게 되었다. 이 과정중에 어두움을 좋아하는 꼬마거미속(*Theridion*), 접시거미과(*Linyphiidae*), 야행성의 왕거미속(*Araneus*), 주행성의 먼지거미속(*Lyclosa*)과 호랑거미속(*Argiope*)으로 진화가 되었음을 관찰할 수가 있다. 또한, 가계거미과(*Agelenidae*)로 진화 발전하는 과정 중에 파생되어 생긴 것이 배회성거미류들이다. 정주성거미류의 발톱은 일반적으로 3개지만, 배회성거미류는 대개가 2개이다. 그러나, 이 배회성거미류가 단순히 파생되어 나온 것이 아니고, 서로 다른 기원을 갖고 있다고 말할 수 있다. 예를 들면, 원시거미류는 발톱을 2개를 갖고 있으며 간혹 발생과정중의 새끼 거미일 때에 3개를 갖고 있는 것이 보이는데, 성장함에 따라 2개로 된다.

일부거미류는 앞다리와 뒷다리의 발톱수가 다른 것도 있다. 그러므로 계통 발생학적인 다양성도 고려해야 한다. 그 대표적인 종류로는 참게거미속(*Xysticus*), 염낭거미속(*Clubiona*), 깡충거미과(*Salticidae*), 너구리거미속(*Anahita*), 거북이등거미과(*Sparassidae*)와 꼬마거미과(*Theridiidae*) 등이다.

수리거미과(*Gnaphosidae*)와 핀셋농발거미(*Heteropoda forcipata*)는 어두움을 좋아하고, 농발거미(*Heteropoda venatoria*)는 야행성이고, 다른 거미류는 주행성이다. 핀셋농발거미(*Heteropoda forcipata*)를 제외한 다른 거미류는 동굴에서 생활하지 않는다.

정주성 거미류나 배회성 거미류 등은 일반적으로 광범위한 서식처에 자리를 잡고 살며 추운 겨울에는 알, 유충, 성충으로 월동을 하지만 거북이등거미과(*Sparassidae*), 깡충거미과(*Salticidae*), 꼬마거미과(*Theridiidae*) 등의 일부는 겨울에 야외에서는 추위에 적응할 수가 없다. 따라서 따뜻한 실내로 들어와서 퍼져 서식함으로써 실내에서 거처하는 거미류의 공통종이 되었다. 예를 들면, 그 대표적인 것이 페이쿨어리두줄깡충거미(*Plexippus paykulli*)인 것이다.

지금까지 서술한 것이 거미류의 생태학적인 진화의 본질을 말한 것이다. 그러나, 계통분류진화에 어긋나는 것들도 있다. 일부 정주성 거미류는 거미그물을 치는 습성을 상실한 것도 있다. 예를 들면, 꼬마거미과의 모기꼬마거미속(*Conopistha*)은 실젖에서 거미줄을 뽑아 낼 수는 있으나, 거미그물을 칠 능력이 없다. 이 거미류는 다른 거미그물에 기생하여 더부살이로 살아가며, 다른 거미그물에 붙어 있는 먹이를 먹을 뿐만 아니라 알도 그곳에 낳는다.

왕거미과와 비슷한 해방거미과(*Mimetidae*)는 본래는 거

미그물을 치지 않고 다른 정주성 거미를 습격하는데 접시 거미과와 꼬마거미과들이 주로 희생물의 대상이 되고 있다. 왕거미과의 깡충왕거미속(*Chorizone*)도 거미그물을 치지 않는다. 먼지거미속(*Cyclosa*), 시라함접시거미(*Litisedes shirahamensis*), 침묵거미(*Desis*)와 가계거미과의 집가계거미속(*Tegenaria*) 등은 유연관계가 깊은 것으로 주로 바닷가에 거미그물을 친다.

물거미(*Argyroneta aquatica*)는 물속에서 거미그물을 친다. 이 물거미는 오랜 옛날에 물속에서 살다가 육상생활을 하다가 육상생활보다 수중생활이 더 적합하여 다시 물속으로 간 것이다. 두번째부터 물속으로 들어갈 때에는 체표면에 털이 밀생되어 공기를 물속으로 갖고 들어갈 수 있다. 거미줄로 촘촘하게 짠 거미그물에 공기방을 만들어 공기를 저장한다. 이러한 습성들은 가계거미과에서 파생된 수중에 들어갈 수 있는 거미와 닳거미에서 그 기원을 찾아 볼 수가 있다. 우리는 다시 거미류의 생태에서 상사적응진화로 추리해 볼 수 있는 것들도 있다. 진화계통상으로는 완전히 다른 계통이지만 환경이 같아 생태적으로나 형태적으로 유사성이 자주 발견된다. 바로 이 유사성 때문에 현재까지 거미류의 계통을 확정지을 수가 없는 것이다.

체판류(Cribellate-Amauroboriidae, Dictynidae, Uroboridae, Oecobiidae)와 무체판류(Ecribellate-Clubionaoidae, Gnaphosoidae, Thomisoidae, Salticoidea, Argiopoidea, Hersilioidae, Lycosoidae) 사이에는 놀랄만한 유사성이 발견된다. 예를 들면, 티끌거미속(*Oecobius*)과 납거미속(*Uroctea*)의 실젓과 항문의 형태가 너무나 유사한 것이다. 뿐만 아니라 서식처의 형태도 유사하다. 이런 것 때문에 Platnick (1997)는 이 속을 같은 과에 포함시켰고 Kim (1991, 1998a, b)은 체판 때문에 다른 과로 분리시키고 있는 것이다. 알거미과(Onopidae)의 무도거미속(*Orchestina*)과 가계거미과의 풀거미속(*Agelena*)은 서식처, 형태 그리고 거미그물 모양도 역시 아주 흡사하다. 응달거미과(Uloboridae)의 원형그물과 왕거미과(Araneidae)의 원형그물 모양도 매우 유사하다.

그러나, 계통발생학적으로 살펴 보면 체판의 유무는 근본적으로 다르다. 그러므로 이것을 우리는 일반적으로 상사적응진화라고 생각한다. 이것 뿐만 아니라 또 다른 견해도 여전히 존재한다. 이것들은 아마도 체판류의 티끌거미속(*Oecobius*)에서 무체판류의 납거미속(*Uroctea*)으로 진화하였다고 생각하며 이것들은 계통진화상에 있어서 완전히 다른 2개로 분리된 것이 아니라고 생각하는 학자들도 있다.

결 론

1. 거미류는 약 4억년전에 출현하였으며, 초기형태는 두흉부의 6개의 체절과 복부의 12개로 모두 18개의 체절로

되었었으며, 제 8절에 생식기가 있었고, 제 8, 9절에는 호흡기가 각각 한쌍씩 있었고, 제 10, 11절에는 실젓이 각 4개씩 있었다. 진화 과정 중 두흉부 체절은 융합되어 1개의 배갑으로 덮였고, 제 8절은 변하여 배자루가 되었으며, 복부의 체절로 소실되어 현재 가운데실젓거미아목의 일부거미류에 그 흔적이 남아 있다.

2. 생태학적인 진화는 서식처로 보아 수중생활, 낙엽층생활(토양 틈사이의 생활), 땅속생활, 동굴생활, 배회성생활, 공중생활의 과정을 거쳐 현재의 거미류들이 서식하고 있다(Fig. 3).

3. 수중생활을 제외하고 모든 거미류들의 본거지는 낙엽층생활(토양틈 사이의 생활포함)이며, 현재에도 낙엽층생활을 하는 거미류를 발견하여 거미류의 진화과정을 추적해 볼 수가 있다.

4. 땅속에서 거쳐하던 거미류들은 2방향으로 진화를 하였는데, 그 하나가 공주거미과형태이고, 다른 하나는 긴꼬리거미과 형태로 진화발전하였다. 긴꼬리거미과에서 다시 가계거미과 형태로 진화하였다고 사료된다. 또한 땅속에서 공중생활로 이동하는데 역시 2가지 경로가 있는데, 그 첫번째가 가계거미과처럼 진화한 것이고, 다른 하나는 왕거미과처럼 진화한 것이다.

5. 거미줄은 처음에는 거처용이었기 때문에 끈끈한 점액성이 없었는데, 후에 진화하여 먹이포획용인 끈끈한 점액성으로 진화하였다.

6. 상사적응진화 때문에 거미류의 계통적인 체계를 확정짓는데 어려움이 많다.

적 요

약 4억만년 전에 출현하였을 거미류의 진화를 생태학적인 측면에서 수중생활, 낙엽층 속에서의 생활, 토양틈사이에서의 생활, 땅속에서의 생활, 동굴에서의 생활, 지표위에서의 배회생활, 공중에서 거미그물을 치면서 생활하는 과정과 그에 속하는 거미류의 종류와 형태변화 등에 관해 진화적인 측면에서 조사연구하여 정리 보고하고자 한다. 우리나라에 존재하지 않는 거미과명의 국명은 Kim (1998c)의 방식에 따랐다.

검색어: 생태적 진화, 거미류, 진화적 견해.

인용문헌

- Kim, J.P. 1991. A list of Korean spider. *Korean Arachnol.*, 6(2) : 275-291.
- Kim, J.P. 1998a. A list of Korean spider. *Ibid.*, 14(1) : 9-54.
- Kim, J.P. 1998b. A list of global spiders. families, *Ibid.*, 14(1) : 81-82
- Kim, J.P. 1998c. Terminology in Araneae, *Ibid.*, 14(2) : 13-30.
- Coddington, J. and H.W. Levi. 1991. Systematics and evolution of spiders. *Annu. Rev. Ecol. Syst.*, (22) : 565-592.
- Platnick, N.I. 1997. Advance in spider taxonong, 1992-1995. pp. 1-976,

Ecological Evolution of the Spiders

- New York Entomology Society, New York.
- Song, D.X. 1987. Spiders from Agriculture Regions of China. Arachnida: Araneae, pp. 45-50.
- 八木沼健夫. 1986. 蜘蛛の生態進化

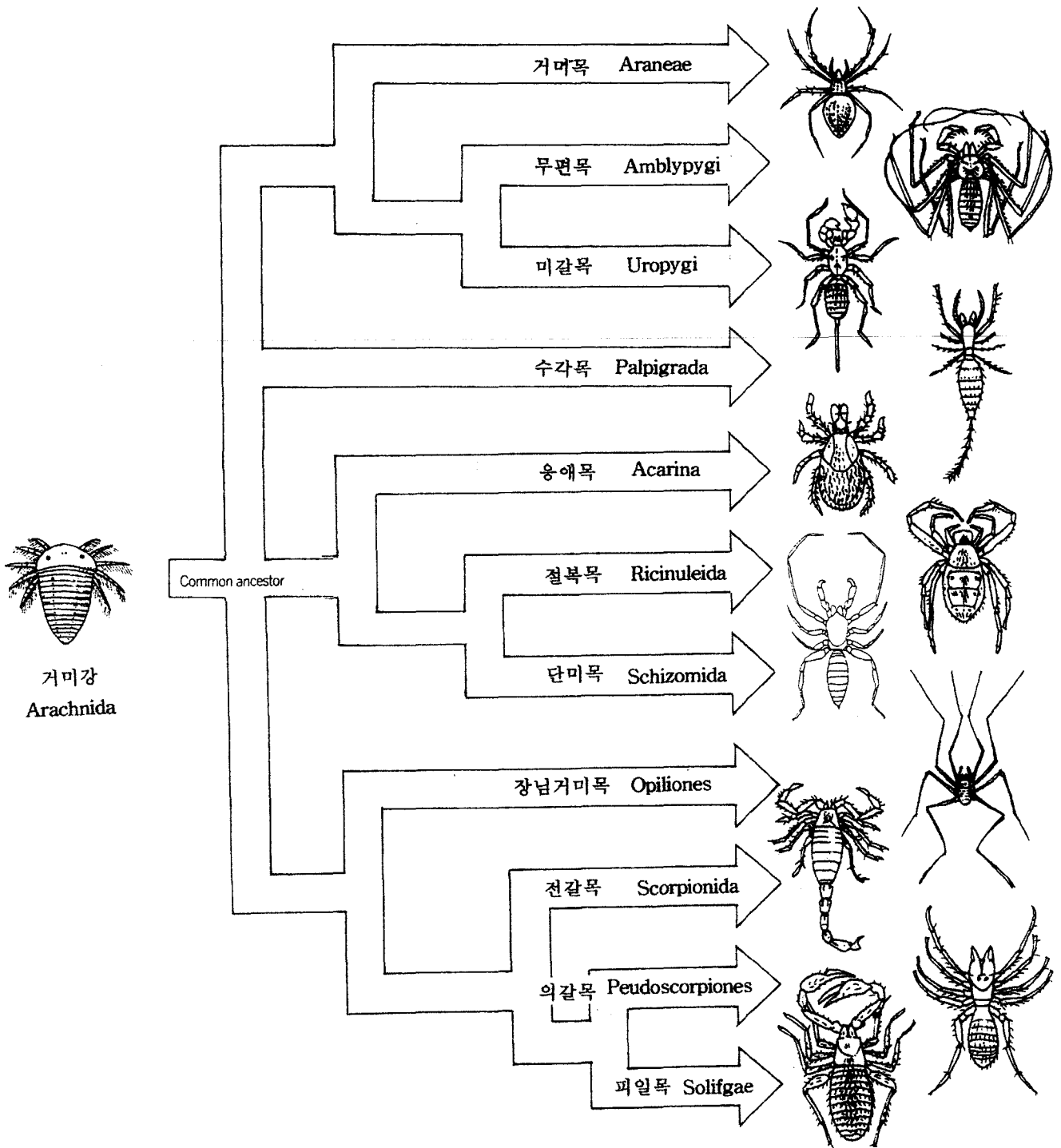


Fig. 1. Arachnida relationships.

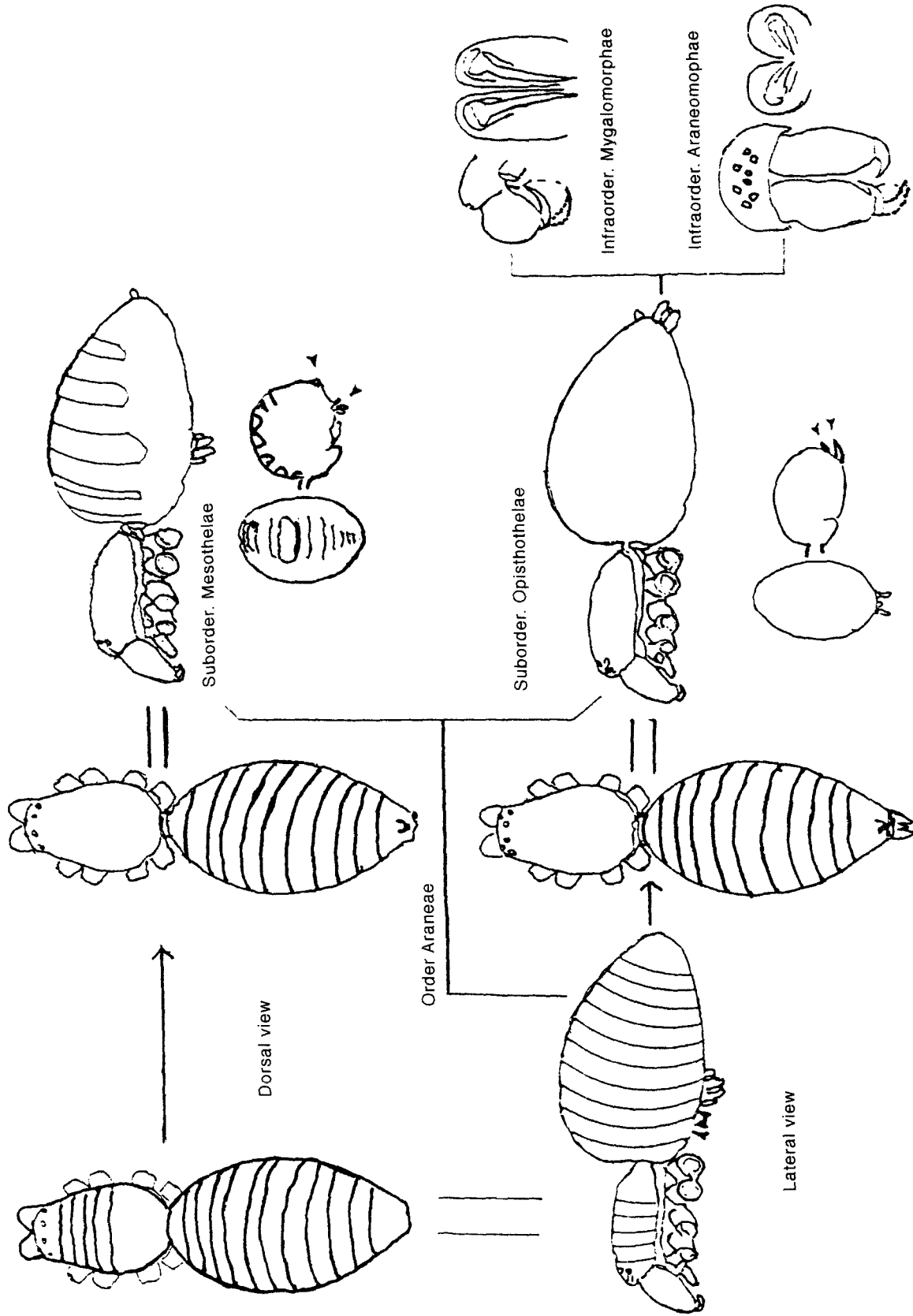


Fig. 2. Hypothesis of morphological transition in the Araneae.

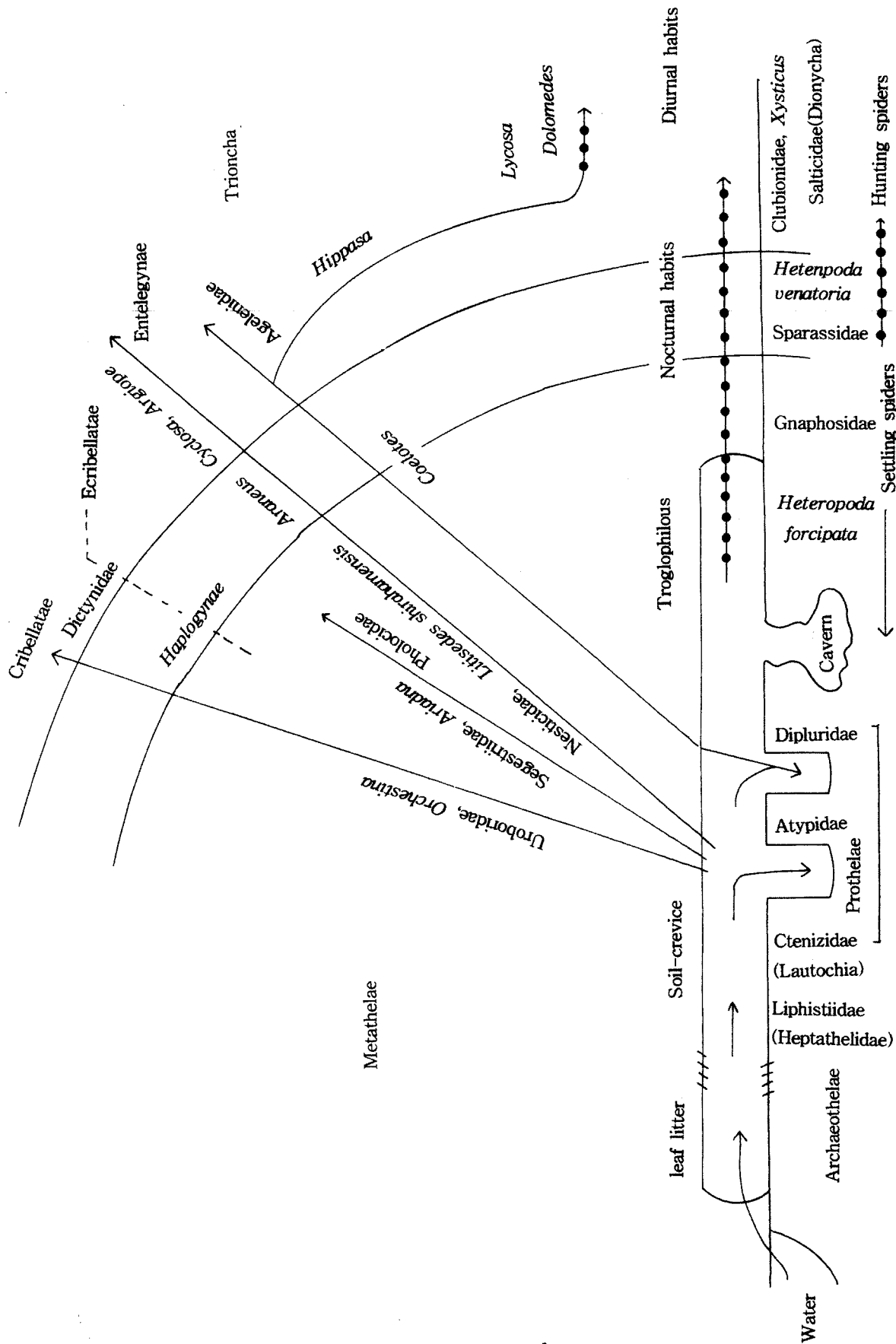


Fig. 3. Diagram of ecological evolution in the Araneae (1986, Yanginuma).