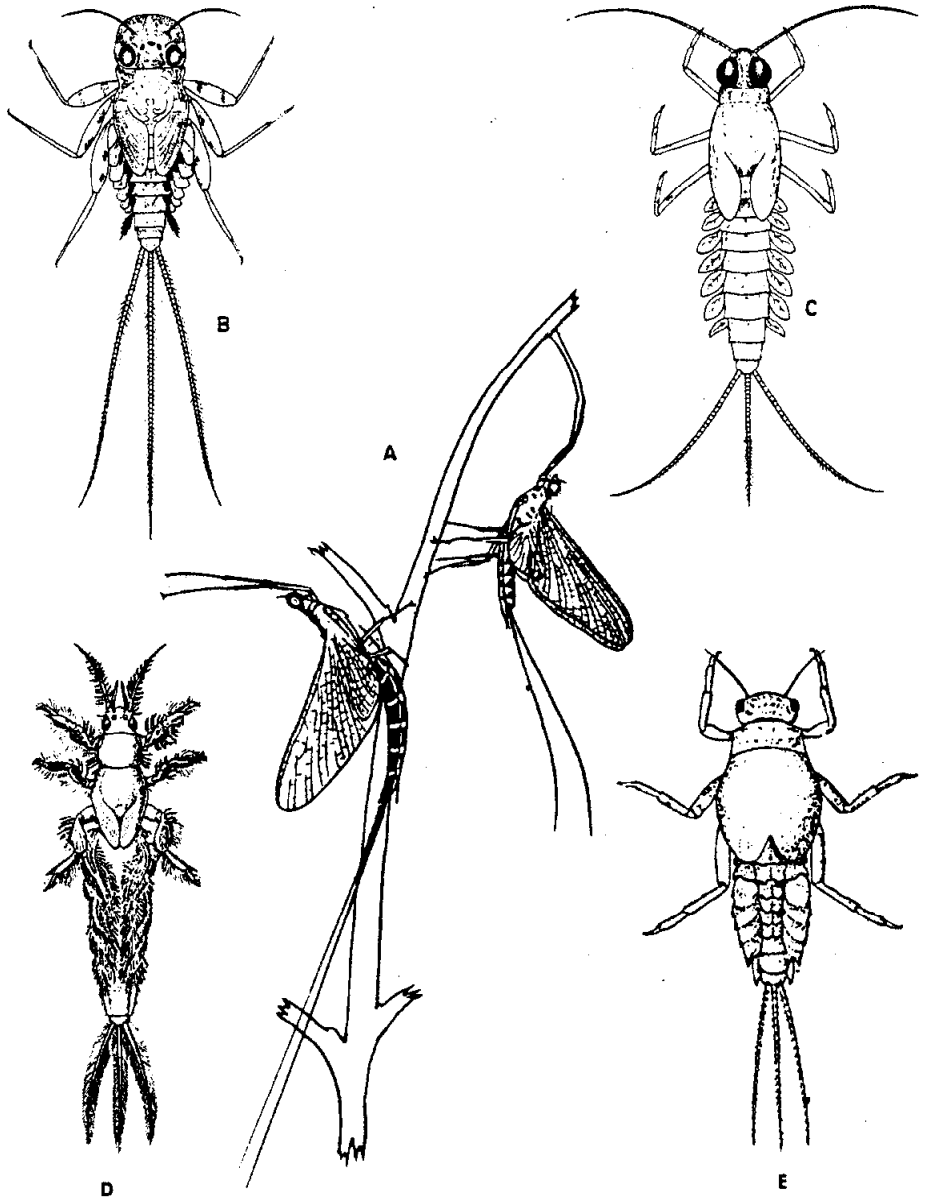
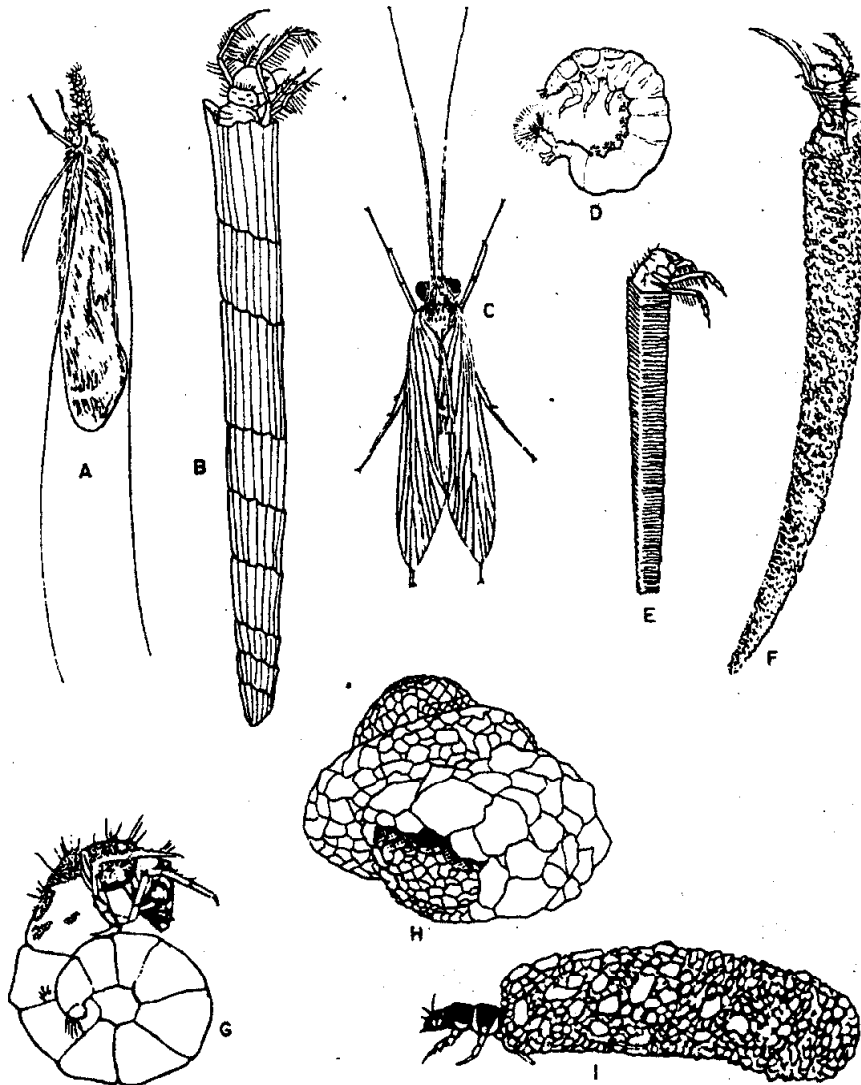


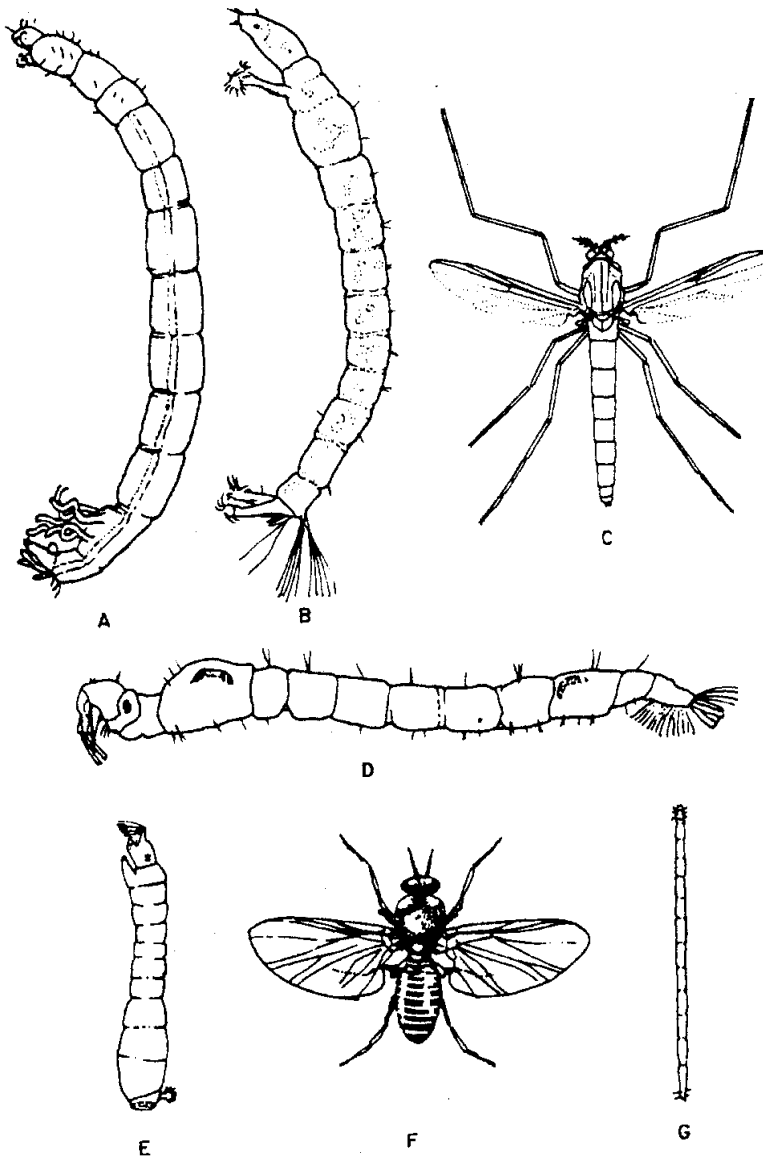
รูปภาคผนวก 3 - 15 ตัวอย่างตัวเต็มวัย(adult)ของแมลงที่อยู่บนบกแต่ตัวอ่อนของแมลง
 ระยะนิมฟ์(nymph)อาศัยอยู่ในน้ำ ข. ชีปะขาว(mayfly, Order Ephemeroptera) A. adult
 myfly, Heptageniidae (12-18mm); B. nymph *Stenonema*, Heptageniidae (10-14mm); C.
 nymph *Baetis*, Baetidae (7-14mm); D. nymph *Hexagenia*, Ephemeridae (20-30mm); E.
 nymph *Ephemerella*, Ephemerellidae (8-15mm) (จาก APHA-AWWA-WPCF ,1981)



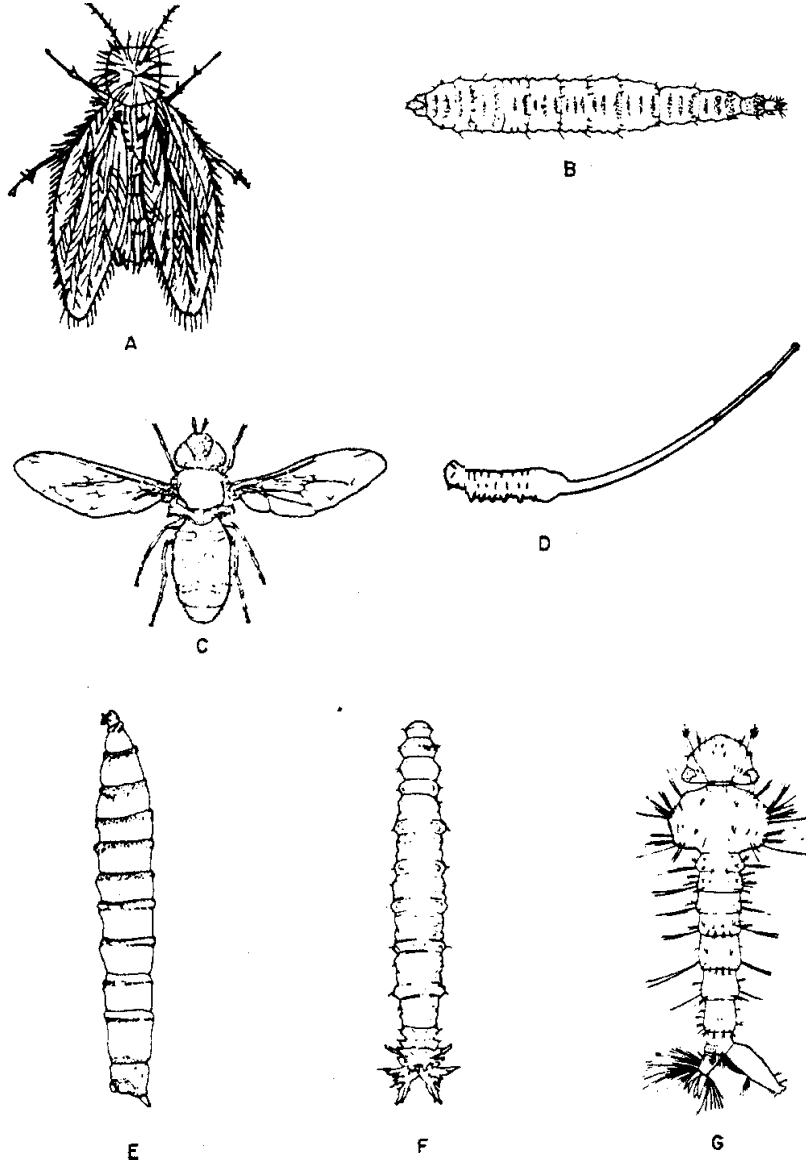
รูปภาคผนวก 3 - 15 ตัวอย่างตัวเต็มวัย(adult)ของแมลงที่อยู่บนบกแต่ตัวอ่อนของแมลง
 ระยะเวลา larva อาศัยอยู่ในน้ำ ค. caddisfly (Order Tricoptera) A. adult *Triaenodes*,
 Leptoceridae (10-20 mm); B. larva and case ***Triaenodes*** (10-14 mm); C. adult
Hydropsyche, Hydropsychidae (20-30 mm); D. ***Hydropsyche*** larva (20-30 mm); E.
 larva and **case** *Brachycentrus*, Brachicentridae (12- 16 mm); F. larva and case *Leptocella*,
 Leptoceridae (14-18 mm); G. *Helicopsyche* larva, Helicopsychidae (6-10 mm); H.
Helicopsyche case (4-6 mm); I. larva and case *Ochrotricha*, Hydroptilidae (4-6 mm)
 (จาก APHA-AWWA-WPCF ,1981)



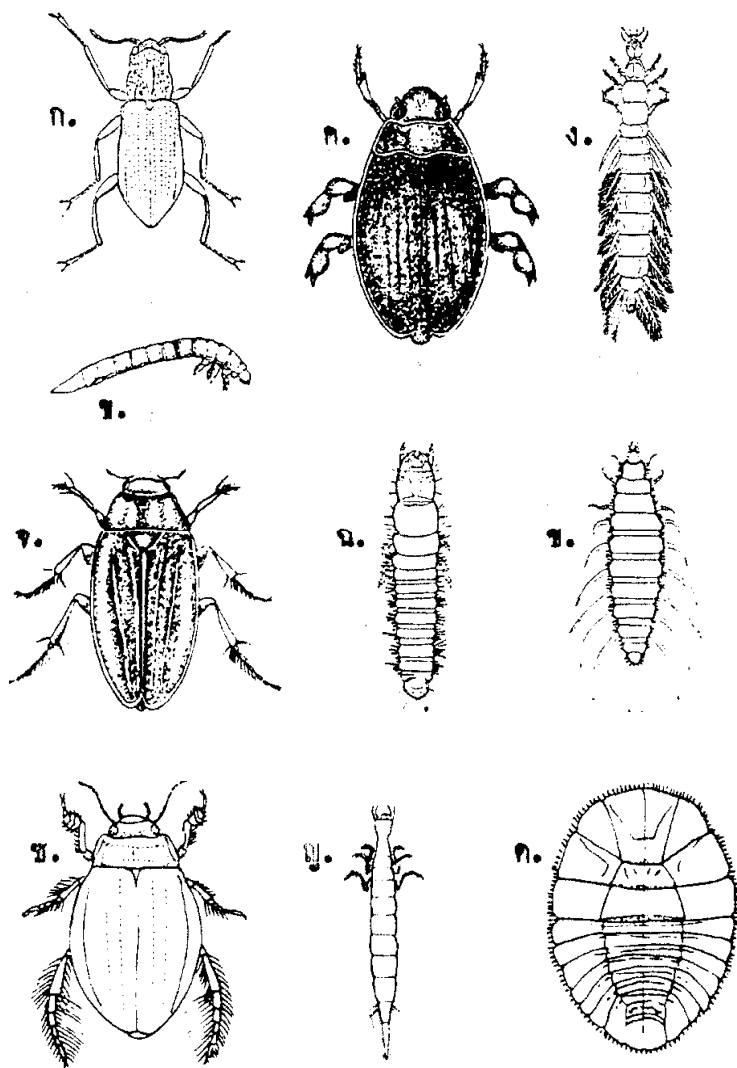
รูปภาคผนวก 3 - 15 ตัวอย่างตัวเต็มวัย(adult)ของแมลงที่อยู่บนบกแต่ตัวอ่อนของแมลง
 ระยะเวลา larva อาศัยอยู่ในน้ำ ง. two-winged fly (Order Diptera) A. larva midge *Chironomus*,
 Chironomidae (5- 3 0 mm); B. larva midge *Ablabesmyia*, Chironomidae (5 - 10 mm); C.
 adult midge, Chironomidae (4-12 mm); D. larva phantom midge ***Chaoborus***, Culicidae
 (8-12 mm); E. larva black fly *Simulium*, Simuliidae (3-8 mm); F. adult black fly
Simulium (2-6 mm); G. larva biting midge, Ceratopogonidae (3-12 mm) (จาก APHA-
 AWWA-WPCF ,1981)



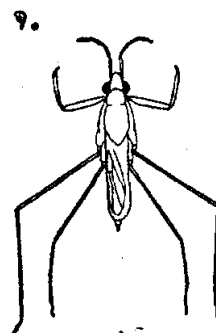
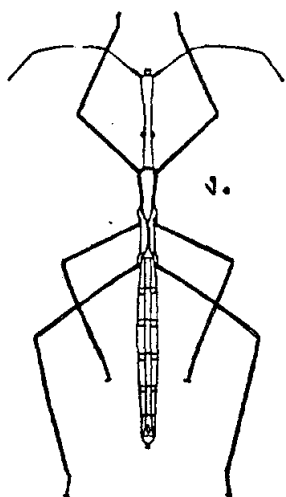
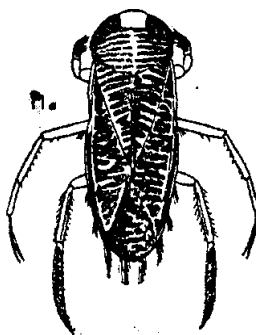
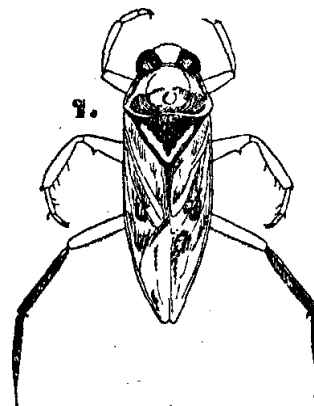
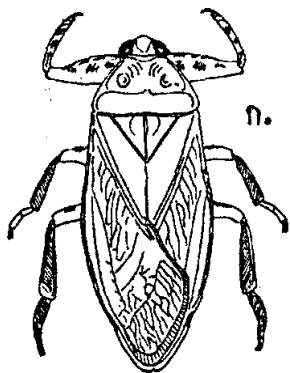
รูปภาคผนวก 3 - 1 5 ตัวอย่างตัวเต็มวัย(adult)ของแมลงที่อยู่บนบกแต่ตัวอ่อนของแมลง
 ระยะ larva อาศัยอยู่ในน้ำ จ. two-winged fly (Order Diptera) A. adult sewage fly
Psychoda, Psychodidae (2-5 mm); B. larva sewage fly *Psychoda* (4-6 mm); C. adult
 drone fly, Syrphidae (10-15 mm); D. rat-tailed maggot *Eristalis*, Syrphidae (15-30
 mm); E. *Tabanus* larva, Tabanidae (30-40 mm); F. larva crane fly *Tipula*, Tipulidae
 (30-40 mm); G. larva mosquito *Aedes*, Culicidae (3-12 mm) (จาก APHA-AWWA-
 WPCF ,1981)



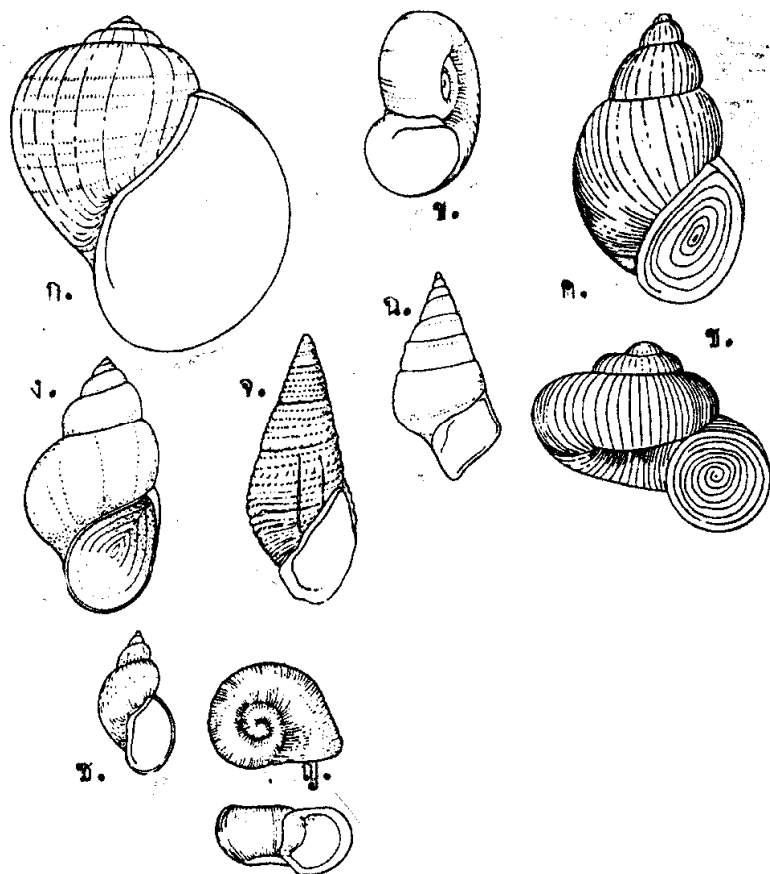
รูปภาคผนวก 3-16 ตัวอย่างแมลงปีกแข็ง(Order Coleoptera)ที่ตัวเต็มวัย(adult)และตัวอ่อน larva อาศัยอยู่ในน้ำ fl. adult riffle beetle *Stelnelmis*, Elmidae (2-3 mm); ข. larva *Narpus*, Elmidae (4- 10 mm); ค. adult whirligig beetle *Dineutus*, Gyrimidae (7-15 mm); ง. larva ***Dineutus*** (10-30 mm); จ. adult water scavenger beetle *Hydrophilus*, Hydrophilidae (2-40mm); ฉ. larva ***Berosus***, Hydrophilidae (5- 20mm); ช. larva *Enochrus*, Hydrophilidae (10-25 mm); ซ. adult predacious diving beetle Dytiscus, Dytiscidae (2-40mm); ญ. larva ***Cybister***, Dytiscidae (10-25 mm); ด. larva daughter penny ***Psephenus***, Psephenidae (3-10 mm) (จาก APHA-AWWA-WPCF ,1981)



รูปภาคผนวก 3-17 ตัวอย่างแมลงปีกครึ่งอ่อนครึ่งแข็ง(Order Hemiptera)ที่ตัวเต็มวัย (adult)อาศัยอยู่ในน้ำหรือบนผิวน้ำ fl. electric light bug, *Lethocerus*, Belostomidae (20-70 mm); ข. back swimmer, *Notonecta*, Notonectidae (5-17 mm); A. water boatman, *Sigara*, Corixidae (3-12 mm); ง. marsh trader, *Hydrometra*, Hydromitridae (8-11 mm); จ. water strider *Gerris*, Gerridae (2-15 mm) (จาก APHA-AWWA-WPCF ,1981)

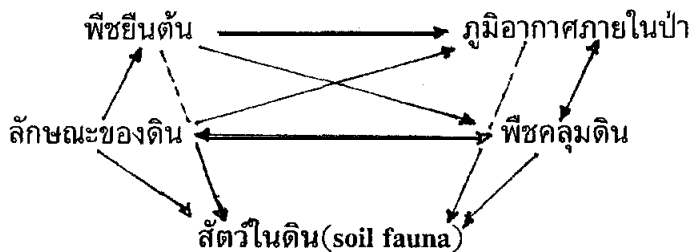


รูปภาคผนวก 3-18 ตัวอย่างสัตว์พวกหอย(Class Gastropoda) ที่อาศัยอยู่ในน้ำจืด n.
apple snail, *Pomacea*, Pilidae (5 cm); ข. *Marisa*, Pilidae (15 cm); ค. *Campeloma*,
Viviparidae (4 cm); ง. faucet snail, *Bithinia*, Amnicolidae (2 cm); จ. *Tarebia*, Thiaridae
(15 cm); ฉ. river snail, *Pleurocera*, Pleuroceridae (3 cm); ช. *Valvata*, Valvatidae (1 cm);
‘II. pond snail, *Lymnea*, Lymnaeidae (15 cm); ญ. orb snail, *Planorbis*, Planorbidae (1 cm)
(จาก APHA-AWWA-WPCF ,1981)



3.2 ในดิน

ระบบนิเวศลักษณะป่า(forest) มีความหลากหลายและซับซ้อนมาก โดยทั่วไปจะมีลักษณะแยกกันเด่นชัดตามสภาพภูมิศาสตร์และยังแยกย่อยลงมาเป็นแบบ peat land ป่าสน ป่าไม้ผลัดใบ ป่าเขตร้อน ป่าแต่ละแบบยังมีลักษณะเฉพาะของตนและยังมี ถิ่นที่อยู่อาศัยขนาดย่อม (microhabitat) ที่เหมาะสมสำหรับสัตว์ในระบบของตนเองอีกด้วย สิ่งสำคัญที่เป็นตัวควบคุมและจรรโลงให้สิ่งมีชีวิตในดินดำรงชีพอยู่ได้ คือ ความสัมพันธ์ที่ซับซ้อนระหว่าง พรรณพืช ลักษณะของดิน(soil type) และภูมิอากาศภายในป่า(microclimate) ดังแสดงในแผนภาพ



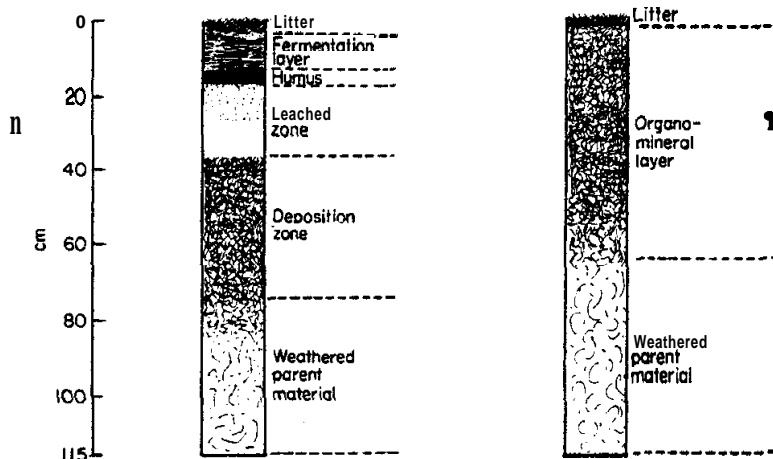
ความเด่นชัดของปัจจัยที่ทำให้เกิดความแตกต่างระหว่างป่าทุ่งหญ้า(grass land) และที่ลุ่ม (heath or moorland) คือ ป่ามีพืชยืนต้นที่ เรือนยอด(canopy) แผ่ร่มเงาทำให้ภูมิอากาศภายในป่าต่างจากภูมิอากาศโดยรอบ ส่งผลให้มีความหลากหลายของพืชคลุมดิน และเร่งอัตราการย่อยสลายของสารอินทรีย์ที่มีต้นกำเนิดมาจาก ลำต้น กิ่ง และใบร่วงหล่นที่ผุพังกลายเป็น ฮิวมัส (humus) เร็วกว่าทุ่งหญ้าซึ่งสารอินทรีย์ส่วนใหญ่มาจากซากที่ตายแล้ว

ฮิวมัสที่เป็นส่วนประกอบของดินในป่ามี 2 ชนิด คือ มัลส์(mull) และ มอร์(mor) มัลส์ฮิวมัสจะผสมเป็นเนื้อเดียวกันกับแร่ธาตุและอนุภาคของดิน ทำให้ดินมี pH เป็นกลาง หรือค่อนข้างทางแอลคาไลน์ และมักพบในบริเวณที่เนื้อดินมีแคลเซียมคาร์บอเนตสูง มอร์ฮิวมัสมี pH ค่อนข้างกรด พบอยู่ที่ชั้นใบไม้ร่วงเหนือชั้นที่มีแร่ธาตุ จึงทำให้มีการแบ่งชั้นของดินอย่างชัดเจน สารอินทรีย์ในมอร์ฮิวมัสถูกย่อยสลายน้อยกว่ามัลส์ฮิวมัส จึงมีปริมาณของลิกนินสูงกว่า จึงถูกเรียกอีกชื่อหนึ่งว่า “raw humus” ซึ่งมีลักษณะย่อยลงมาอีก เช่น ชนิด พอดซอล(podzol) พบในป่าสน ชนิดดินสีน้ำตาล(altosol) พบในป่าไม้ผลัดใบ (รูปภาพผนวก 3-19) ความหลากหลายของลักษณะดินและสารอินทรีย์ในดินทำให้มีผลทั้งทางตรงและทางอ้อมต่อความหลากหลายชนิดและปริมาณของดินโดยเฉพาะอย่างยิ่งพวกเดทริตัส

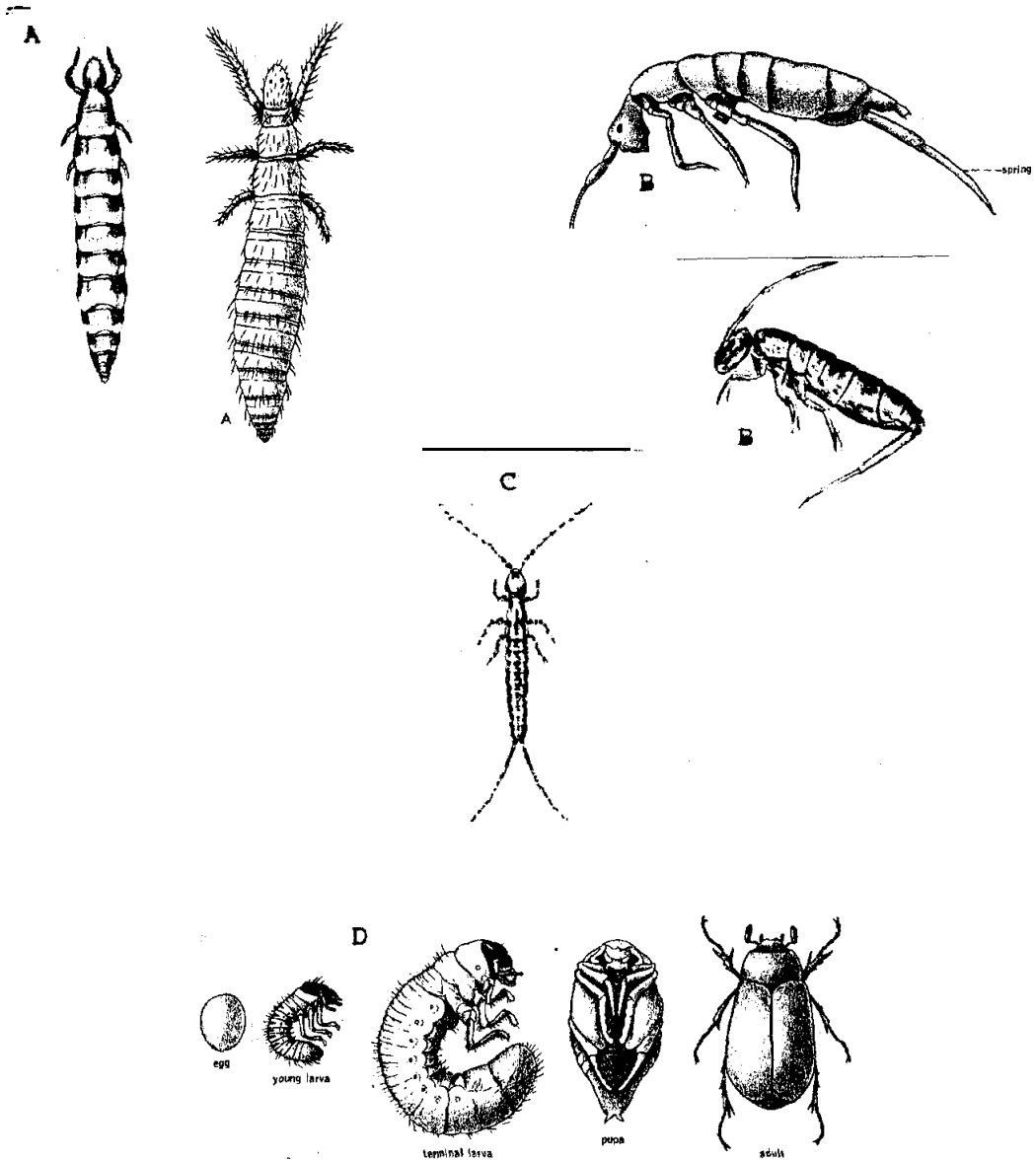
เดทริตัสหลักที่พบในดินส่วนใหญ่เป็นพวกไส้เดือนดิน(lumbricid earthworm) แมลง (รวมถึงตัวอ่อนของแมลง) โดยเฉพาะอย่างยิ่งแมลงปีกแข็ง สัตว์ขาปล้องหลายกลุ่ม (กิ้งกือ เห็บ

ไร เหา ตะขาบ แมงมุม) สัตว์พวกหอย(หอยบก) สัตว์พวกหนอนตัวกลม(nematode) และหนอนปล้อง(annelid)อื่น ดังตัวอย่างในรูปภาคผนวก 3-20 ก. ถึง จ.

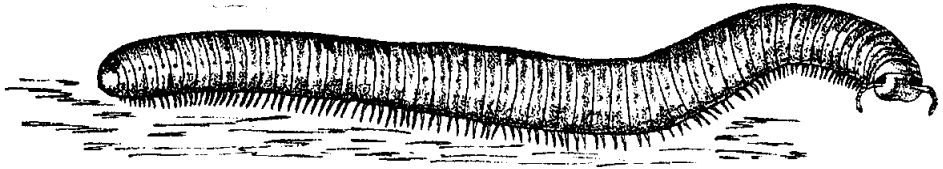
รูปภาคผนวก 3-19 แผนภาพเปรียบเทียบลักษณะการแบ่งชั้นฮิวมัสของดินในป่า ก. ดินพอดซอลในป่าสน ข. ดิน altosol ในป่าไม้ผลัดใบ (จาก Wallwork, 1976)



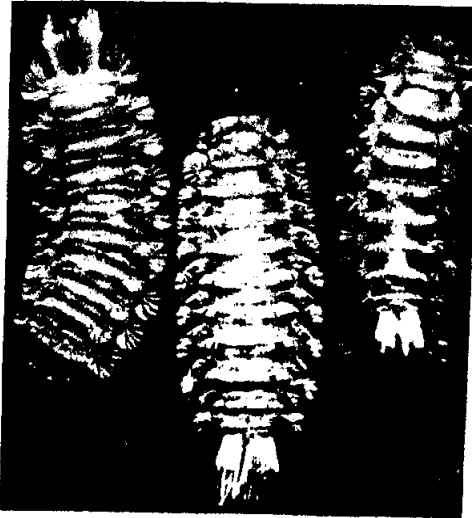
รูปภาคผนวก 3-20 ตัวอย่างสัตว์ขาปล้อง(arthropod)ที่พบบ่อยในดิน ก. พวกแมลง
 (Class Insecta) A. proturan, Order Protura; B. spring tail, Order Collembola; C. dipluran,
 Order Diplura; D. beetle, Order Coleoptera (จาก Barnes, 1968 และ Milne, 1980)



รูปภาคผนวก 3-20 ตัวอย่างสัตว์ขาปล้อง(arthropod)ที่พบบ่อยในดิน ข. พวกกิ้งกือ
 (Class Diplopoda) A. juliform millipede, *Julus terrestris*; B. pselaphognath millipede,
Polixenus (4 mm); C. flat-backed millipede; D & E. pill millipede, *Glomeris* (Pin
 Barnes, 1968)



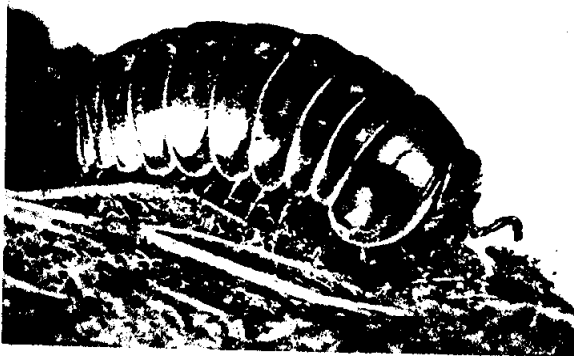
A



B



C

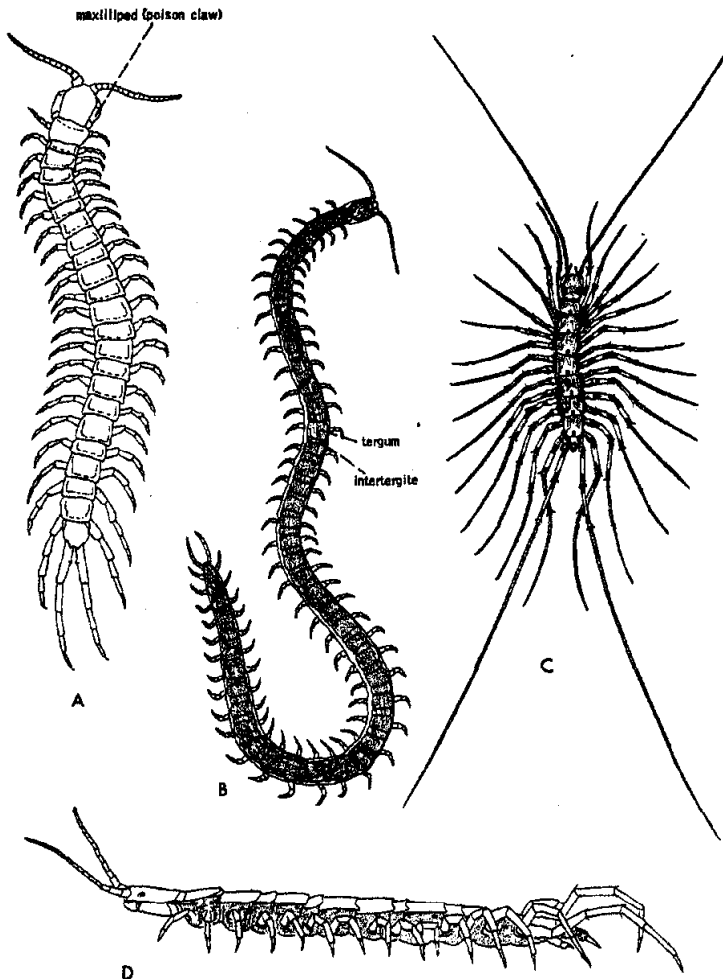


D

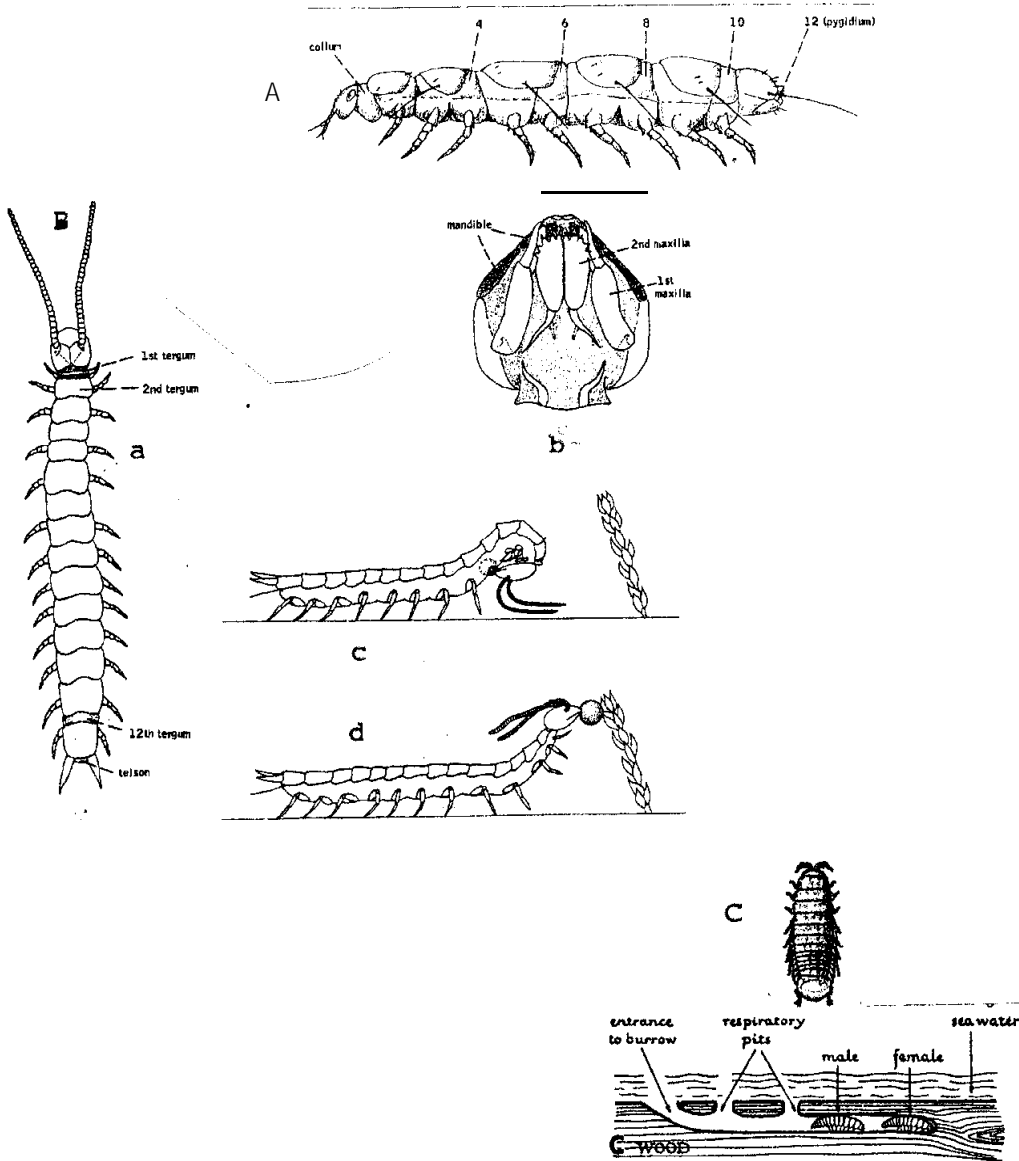


E

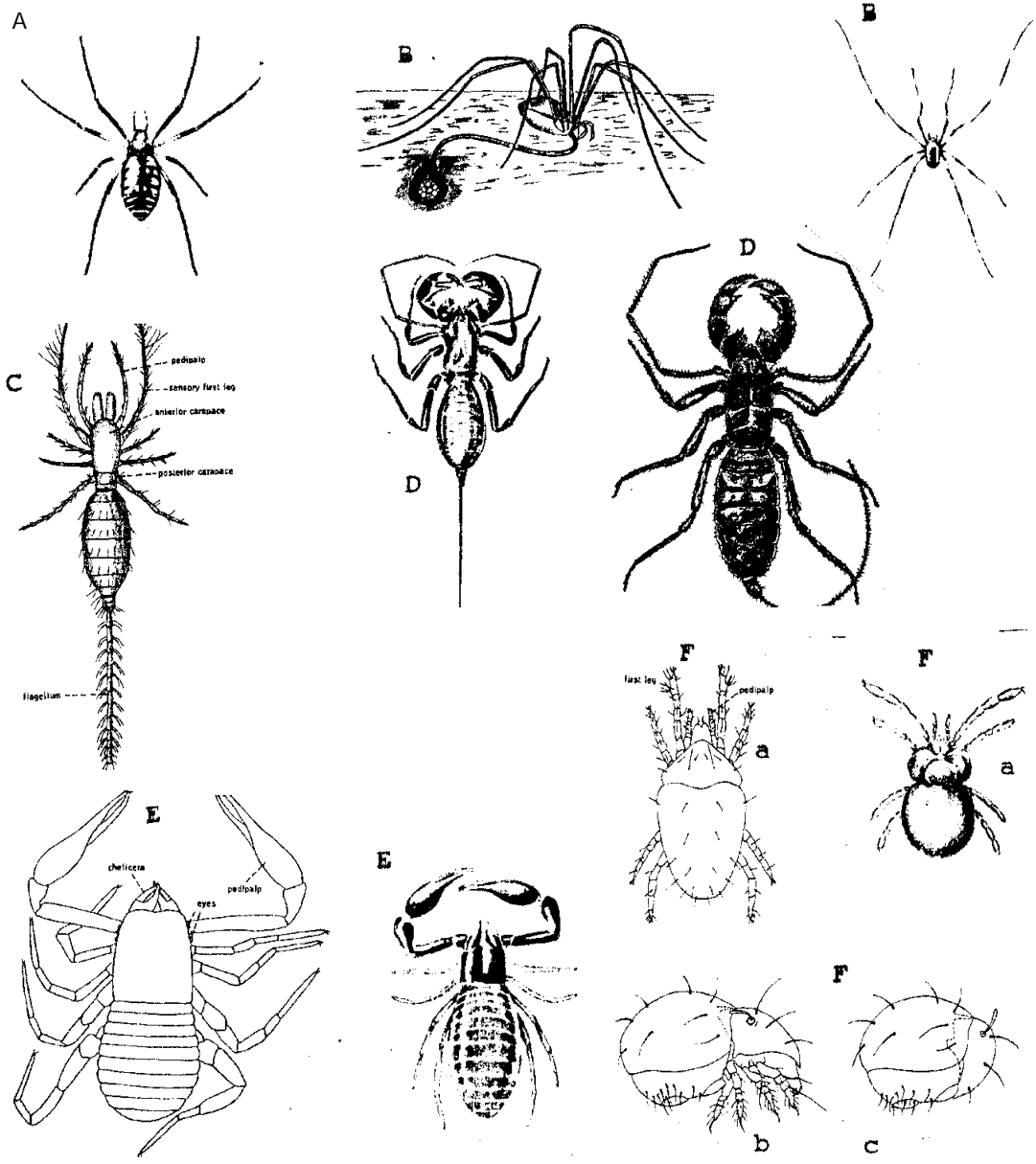
รูปภาคผนวก 3 - 20 ตัวอย่างสัตว์ขาปล้อง(arthropod)ที่พบบ่อยในดิน A. พวกตะขาบ (Class Chilopoda) A. scolopendromorph centipede, Otocryptops; B. geophilomorph centipede; C. common house centipede, *Scutigera*; D. lithobiomorph centipede, *Lithobius*



รูปภาคผนวก 3-20 ตัวอย่างสัตว์ขาปล้อง(arthropod)ที่พบบ่อยในดิน ง. พวกขนาดเล็ก
 มาก A. *Paupopus* (0.5-2 mm), Class Pauropoda; B. *Scutigera* (2-10 mm), Class
 Symphyla: a. ทั้งตัว b. หัว c & d. เพศเมียวางไข่บนมอส; C. wood borer or wood louse,
Limnoria พวกที่อาศัยอยู่ในดินชั้นส่วนใหญ่อยู่ในสกุล *Ligea* ลักษณะทั่วไปคล้ายคลึงกัน (5-15
 mm), Order Isopoda, Class Crustacea (จาก Barnes, 1968)



รูปภาคผนวก 3 - 20 ตัวอย่างสัตว์ขาปล้อง(arthropod)ที่พบบ่อยในดิน จ . พวกแมงมุม (Class Arachnida) A. commom spider, Order Araneae; B. harvest man or daddy long leg, *Leiobunum* เพศเมียขณะวางไข่ลงในดิน (ขนาดตัวไม่รวมขา 15-20 mm), Order Opiliones or Phalangida; C. palpigrade, *Koenenia* (3 mm), Order Palpigradi; D. whip scorpion, *Mastigoproctus* (65 mm), Order Uropygi; E. false scorpion, *Chelifer* (8 mm), Order Pseudoscorpiones or Chelognathida; F. mite(1 mm), Order Acarina, a. trombidiform mite, b. & c. oribatid mite c. ภาพด้านข้างขณะมีวันตัว (จาก Barnes. 1968 และ Milne. 1980)



3.3 ในท่อนไม้ผุ

สัตว์ที่พบในท่อนไม้ผุส่วนใหญ่เป็นพวก สัตว์ขาปล้อง(arthropod) ที่มีปากแบบเคี้ยวแข็งแรงสามารถเจาะไชเปลือกและเนื้อไม้แล้วใช้เป็นอาหาร รูที่เจาะไว้ใช้ประโยชน์สำหรับวางไข่และการเจริญของตัวอ่อน ระบบทางเดินอาหารมีโปรโตซัวอาศัยอยู่แบบพึ่งพาช่วยย่อยเซลลูโลส กลุ่มที่พบมาก คือ พวกแมลง และพวกไร(mite) พวกที่พบรองลงมาจากพวกสัตว์ขาปล้อง คือ พวกหอย(mollusk) เช่น พวกหอยบก(pulmonate snail) และหาค(slug) เนื่องจากหอยพวกนี้เป็น gastropods ที่มีฟันแบบแรติวลา(radula)ใช้กัดแทะเนื้อไม้กินได้ เมื่อท่อนไม้ผุจนหมดโดยการเจาะแทะและโดยการย่อยสลายของพวกผู้ย่อยสลายอื่นแล้ว สัตว์กลุ่มนี้จำเป็นต้องเคลื่อนย้ายหาท่อนไม้หรือกิ่งไม้ท่อนใหม่ ในกรณีที่ไม่มีหรือหาไม้พบ จำเป็นต้องหลบอาศัยอยู่ระหว่างหรือใต้ซอกหินชื้นเพื่อคอยหาถิ่นที่อยู่อาศัยที่เหมาะสม บางชนิดอาจเปลี่ยนไปอาศัยอยู่ที่ใบไม้ร่วงบนพื้นดิน ดังนั้นจึงพบสัตว์ชนิดเดียวกันได้ในถิ่นที่อยู่อาศัยทั้งสองแบบ(ดูภาคผนวก 3.2) ตัวอย่างชนิดสัตว์ที่พบได้ง่ายแสดงไว้ในตารางภาคผนวก 3-2 และ รูปภาคผนวก 3-21

ตารางภาคผนวก 3-2 ตัวอย่างชนิดของไรที่พบตั้งแต่เปลือกเข้าไปจนถึงเนื้อไม้ของกิ่ง yellow birch และ hemlock (จาก Wallwork, 1976)

พวกเจาะเนื้อไม้

Steganacarus magnus

Cepheus sp.

Hermania sp.(nymph)

Rhysotritia ardua

พวกผู้ล่า

Gamasolaelaps sp.

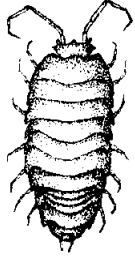
Parasitus sp.

Bdella sp.

รูปภาคผนวก 3-21 ตัวอย่างสัตว์ขาปล้อง สัตว์พวกหอย และไส้เดือนดินที่พบได้ง่ายตาม
 ขอนไม้ผุและใต้ใบไม้ผุ (จาก Kaplan, 1983)

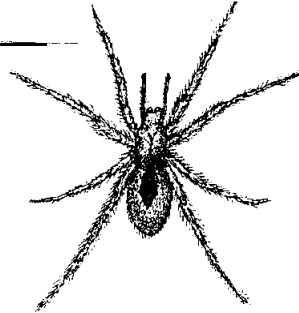
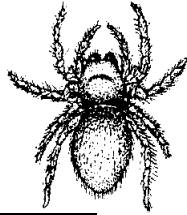
Phylum Arthropoda

class Crustacea, order Isopoda



Isopod (sowbug, pillbug)

class Arachnida, order Araneae



Spider

class Myriapoda, subclass Chilopoda



Centipede

class Myriapoda, subclass Diplopoda

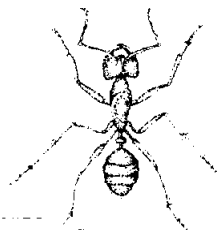


Millipede

Class Insecta

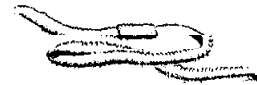


Earwig



Ant

Phylum Annelida, class Oligocheta



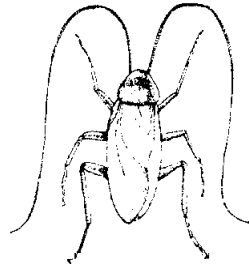
Earthworm

Order Dermaptera



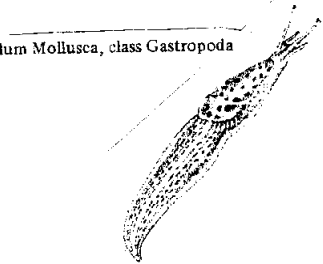
Cricket

Order Hymenoptera



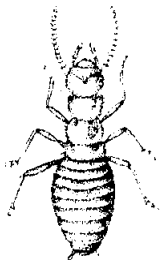
Cockroach

Phylum Mollusca, class Gastropoda

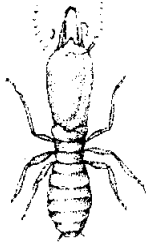


Slug

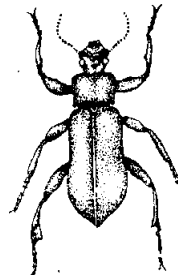
Order Orthoptera



Order Isoptera

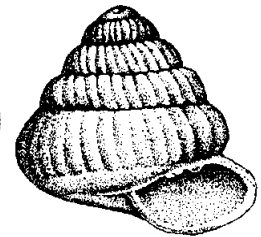
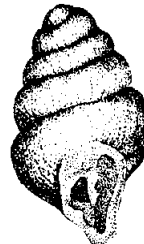


Termite



Order Coleoptera Beetle

Phylum Mollusca, class Gastropoda



Land (pulmonate) snail