

Chapter 4

Metacommunities of Butterflies, Their Host Plants, and Their Parasitoids

Saskya van Nouhuys and Ilkka Hanski

担当: 高木(東大・多様性・M2)

チョウは古くから個体群動態の研究対象とされてきたが、実際の動態には上位、下位、同位の栄養段階の種との相互作用が大きく関わっている。特に分断化した生息環境では関係性が密接になる。

植物 - チョウ - 捕食寄生者 - 二次寄生者

【対象】グランヴィルヒョウモンモドキ *Melitaea cinxia* を中心とした群集

【着眼点】①空間構造を持ったメタ群集における食物連鎖長は？

②どのような範囲で群集モジュール(community modules)がリンクし、包括的な構造を形成するか？

☆ 比較的小スケールの群集モジュールにおける種間相互作用は、空間構造や構成種のダイナミクスによりどのように影響されるのか？どのように影響するのか？

An Overview of Plant-Butterfly-Parasitoid Metacommunities

チョウ: メタ個体群研究に好適な材料。(分断された環境に生息、高い個体群成長、短い世代時間)

寄生者・寄主植物: 多くの文献情報、群集構造の記述。

→しかし、空間構造と食物網構造の両者が統合的に研究された例は少ない

【グランヴィルヒョウモンモドキ】

○食草: オオバコ科の *Plantago lanceolata* と *Veronica spicata*。開けた草地に生育。

生態: 卵塊産卵。幼虫は集合して成長。

生息地: Åland 諸島には約 4000 の小草地。そのうちの 400 から 500 の草地にチョウの局所個体群。Fig. 4.1

競争者: 植物を介した間接的競争。うどん粉病菌、アザミウマ、アブラムシ、ハモグリバエ、種子食ゾウムシなど

捕食者: 脊椎動物は少。無脊椎 generalist 捕食者はクサカゲロウやテントウムシ幼虫、カメムシ、アリ、クモなど

○寄生者: 主に 2 種の捕食寄生蜂。サムライコマユバチ (*Cotesia melitaeorum* 群生、多化)

チビアメバチ (*Hyposter horticola* 単独生、1化)。2 種ともグランヴィルヒョウモンモドキのみに寄生。

○高次寄生者: コマユバチ *C. melitaeorum* の繭に寄生するトガリヒメバチ (*Gelis agilis*)

アメバチ *H. horticola* に内部寄生するフタオヒメバチ (*Mesochorus* sp. cf. *stigmaticus*)

【7 種からなる群集モジュール】

植物 2 種 - グランヴィルヒョウモンモドキ - 寄生者 2 種 - 高次寄生者 2 種

分散、絶滅一定着ダイナミクス、宿主特異性、競争といったメカニズムはメタ群集構造とその動態にどう影響？

Processes Operating in Butterfly-Parasitoid Metacommunities

【寄主植物 – チョウの相互作用】

V. spicata : 東で少なく、西で多い

P. lanceolata : 全体に分布するが、パッチ間で密度違う

成虫の産卵選好性: 東では *P. lanceolata*、西では *V. spicata* に好んで産卵

幼虫の performance: 宿主間で変わらず

空きパッチの宿主組成と周囲のパッチの宿主利用の関係は動態に影響。例えば *Veronica* 優占の空きパッチは東では定着されにくい、西では定着されやすい。

【捕食寄生者間の競争と空間動態】

H. horticola : 1世代あたり 5~8km の分散能力(ホストは 3~4km)。メタ個体群というより単一の個体群。

C. melitaeorum : 1世代あたり 1km 程度。メタ個体群構造。

分散と競争のトレードオフ(*C. melitaeorum* は競争優位)が共存メカニズムとして働いているのでは?

→No。 *C. melitaeorum* の世代のうち第 2 世代でのみ競争優位で、第 1・第 3 世代では競争劣位。 *C. melitaeorum* の共存は *H. horticola* が集団のうち一部の個体を寄生しないことによる

【植物、チョウ、寄生者の 3 栄養段階での相互作用】

寄主植物の空間的な変異は捕食寄生者の空間動態にも影響。

→ *V. spicata* を利用した宿主のほうが *C. melitaeorum* にとって(おそらく探索コストの面において)好適。

【見せかけの競争】

植食者が病原菌、捕食者、寄生者を共有、または寄生者が高次寄生者を共有しているとき生じる。

C. melitaeorum : *M. cinxia* の捕食寄生者

C. glomerata : 農地に生息する *Pieris*(シロチョウ属)の捕食寄生者

G. agilis : 上記両種の高次寄生者。ほぼ全ての *C. melitaeorum* 局所個体群に生息、宿主密度高いと集中。

C. melitaeorum に占有されている *M. cinxia* の局所個体群に *C. glomerata* を導入。→ *G. agilis* の宿主増加

⇒ *C. melitaeorum* 減少(Fig. 4.3)。3つの個体群のうち2つで絶滅。対照個体群では増加もしくは変化なし。高次寄生者の分散と、1次寄生者およびその宿主の分布が、メタ個体群内での見せかけの競争の生じる範囲に影響。

Metacommunity Structures

【食物連鎖長と生息地パッチネットワークのサイズ】

種数－面積の関係： 面積が小さくなるほど、そこに含まれる種数も少なくなる(Rosenzweig 1995)

栄養段階との関係： 栄養段階が高いほど生息地分断化や減少の影響を強く受け、絶滅リスク高まる(Lawton and May 1995; Holt 1997, 2002)。この傾向は資源利用範囲が狭いほど顕著。

→分断化した景観におけるメタ群集の場合、小さく孤立した低質の宿主個体群では高栄養段階の種はいなくなる

Åland 諸島には100以上の比較的独立なパッチネットワーク(パッチ数や植物種構成は異なる)が存在

- ・ *M. cinxia* は Metapopulation capacity の高いパッチネットワークでは占有率高い(Fig. 4.4a)。
- ・ *C. melitaeorum*(1次寄生者)は宿主よりも高い Metapopulation capacity のネットワークで存在(Fig. 4.4b)。
- ・ *H. horticola*(1次寄生者)は *M. cinxia* や *C. melitaeorum* よりも移動能力が高いため、分断化の影響少。
- ・ *G. agilis*(generalist 高次寄生者)は大きな空間スケールでは *M. cinxia* や *C. melitaeorum* の影響を受けないが、局所密度は宿主密度に対し集合性を示すため、局所では *C. melitaeorum* への影響大。
- ・ *Mesochorus* sp. cf. *stigmaticus*(specialist 高次寄生者)はもっとも宿主の多い個体群に存在。(cf. Fig. 4.1)

⇒捕食寄生者群集の空間構造は、パッチのネットワークサイズ、分散能力、宿主利用範囲によって影響。

【群集モジュール間のリンク】

チョウは寄主植物や天敵を共有することで、群集モジュール間の連結が生じ、広範囲のメタ群集を形成しうる。

- ・ Åland 諸島

*M. cinxia*と同じ寄生者(*C. melitaeorum*)を持つ *M. athalia* が林縁部に生息(Fig. 4.2)。見せかけの競争生じる？

→両種に寄生する *C. melitaeorum* は遺伝的に分化しており、利用ホストの異なるクレード間での交流はない。さらに、*C. melitaeorum* の捕食寄生者の *G. agilis* も移動能力が小さく、群集モジュール間をつなぐ役割は果たさない。

- ・ Buryatia(ロシア)

異なる寄主植物を利用する2種のチョウが、捕食寄生者を共有(Fig. 4.5a)。*C. acuminata* ではホストレースが生じ、連結はない。

- ・ El Puig(スペイン)

遺伝解析と行動観察から、ホストレースの形成により連結はない。

⇒*Cotesia* は宿主利用に伴い進化が進んでおり、想像されていたようなモジュール間の連結を細分化していた。

Conclusions

メタ群集動態の背景には、行動、生態、進化的動態が関わっており、メタ群集の構造や動態には、群集内での局所スケールのプロセスと、比較的独立した群集間での大スケールでのプロセスが関与。

宿主のチョウは食草や天敵を共有することで、より大きなメタ群集へとつながりうる。

今後、チョウと間接的に相互作用する種の個体群動態の重要性を明らかにしていくとともに、生息地分断化がメタ群集全体の動態に与える影響を明らかにしていく必要。