

因果の量的な／質的な議論のための"GUI"： バックドア基準の入門とその使用例

国立環境研究所 環境リスク・健康研究センター 林岳彦

生態学や環境科学の分野では依然として、調査観察データを用いた因果効果の定の際に交絡の問題が十分に考慮されていないことが多い。その理由としては、(1)「予測のため／真理探求のため／介入効果推定のため」のデータ解析のあいだのそもそもの目的の違い、(2)交絡の調整のために何が目指されるべきか（達成されるべき理論的条件）、および(3)交絡の調整のために何を行うべきか（適用すべき解析手法）、のそれぞれの理解がそれらの分野において浅いままに留まっていることが挙げられる。本発表では、(2)の「交絡の調整のために達成されるべき理論的条件」について、特にその現象の背後にある因果的（関数的）構造との関連の上で示したものである「バックドア基準」の要約的解説を行う。また、発表者の専門分野である環境科学におけるバックドア基準および関数的（構造的）因果モデルに基づくアプローチの適用事例として、ネオニコチノイド系農薬等が野外の生物の動態に与える因果的影響についての研究を2つ紹介する。

ネオニコチノイド系農薬等がミツバチに与える影響の解析においては、ネオニコチノイド系農薬がミツバチコロニーの消失率に影響を与えていると結論した既往研究の再解析を行った。本再解析では、生態学および毒性学的な質的な知見と、データから得られる定量的な知見に基づき構築した作業モデルとなる関数的因果モデルからバックドア基準に基づき統計モデルを構築した。この統計モデルを用いて再解析を行ったところ、ネオニコチノイド系農薬がミツバチコロニーに与える負の影響は消失した。また、作業モデルとした関数的因果モデルの頑健性を検証する作業を通して、年変動がミツバチコロニーの消失率に与える影響のパスについて、「春の降水量」が媒介変数となっている可能性が示唆された。この「春の降水量」は、質的な（生態学的な）考察からも潜在的に重要となりうる要素であり、保全生態学的に実効性のある対策にも繋がりうる面白い発見である。

ネオニコチノイド系農薬等が赤とんぼの動態に与える影響の解析においては、非常に複雑な因果関係のネットワークが想定される場合でも、バックドア基準に基づき考えると比較的単純な統計モデルであっても（少なくとも作業モデルとして）有効性を持つことが示唆された。また、この赤とんぼの事例では、定量的に解析可能なデータが限られているため、関数的因果モデルを作業モデルとして参照しつつ、プロジェクト全体として質的・量的・実験的アプローチを交えて総合的に因果関係の全体像に迫る取り組みを行っている。

上記の研究事例は、現在進行形かつ不確実性の大きい環境リスクを対象としたものであり、先行研究等により分析のための概念枠組みが確立しているような状況ではない。そのような研究対象を扱う上では、現状で得られる全ての質的／量的な知見を往来しながら多様な研究者・行政官等と共同的に研究を進める必要があり、関数的因果モデルの枠組みはそのような困難な状況下での共同作業における一種のグラフィカルユーザインターフェイス（GUI）としても機能していると言える。