

Migration strategies of young fishes under temporal constraints: the effect of size-dependent overwinter mortality

Daniel E. Schindler

Abstract: Habitat selection by fishes involves balancing the benefits of foraging opportunities and the risk of predation. Size-dependent overwinter mortality imposes a time constraint on behavioral programs of juvenile fishes: individuals must achieve a sufficient size by the end of the growing season to survive. I developed a dynamic optimization model to evaluate how severity of size-dependent overwinter mortality alters habitat use by minnows. The littoral zone was the safest habitat with respect to predation. In lakes where zooplankton exhibit diel vertical migration, fish migrate to the pelagic at night and return to the littoral during the day to maximize foraging rates. Model results demonstrated that size-dependent overwinter mortality should lead to development of more pronounced predation risk-taking by fishes in lakes with severe winters. Individuals are predicted to initiate diel littoral–pelagic migrations at smaller sizes as winter severity increases or as hatch date within a season increases. This analysis suggests that the time constraint imposed by size-selective overwinter mortality has important consequences for life history strategies of juvenile fishes. The effects of time constraints on behavior are expected to be especially important near the high latitudinal limits of a species' geographic distribution.

Résumé : La sélection de l'habitat par les poissons suppose un équilibre entre les avantages des possibilités de recherche de nourriture et le risque de prédation. Chez les poissons, le taux de mortalité hivernale liée à la taille impose une limite de temps aux régimes comportementaux des juvéniles : les individus doivent atteindre une taille suffisante avant la fin de la saison de croissance pour être capables de survivre. J'ai développé un modèle d'optimisation dynamique pour évaluer dans quelle mesure l'ampleur de la mortalité hivernale liée à la taille modifie l'utilisation de l'habitat par les poissons. La zone littorale représentait l'habitat le moins dangereux sur le plan de la prédation. Dans les lacs à migration verticale nyctémérale du zooplancton, les poissons migrent vers la zone pélagique pendant la nuit et reviennent dans la zone littorale pendant le jour pour maximiser le taux de quête de nourriture. Les résultats du modèle ont montré que, dans le cas de mortalité hivernale liée à la taille, les poissons vivant dans les lacs où les hivers sont rigoureux devraient développer des dispositions à prendre plus de risques face à la prédation. On prévoit que les individus entreprendront des migrations nyctémérales zone littorale – zone pélagique à une taille plus petite à mesure que les hivers seront plus rigoureux ou lorsque la date d'éclosion est plus tardive dans la saison. Selon la présente analyse, les limites de temps dues à la mortalité hivernale selon la taille auraient d'importantes conséquences sur les stratégies vitales des juvéniles. Les effets des limites de temps sur le comportement devraient être particulièrement importants à proximité des limites septentrionales de la distribution géographique d'une espèce.

[Traduit par la Rédaction]