

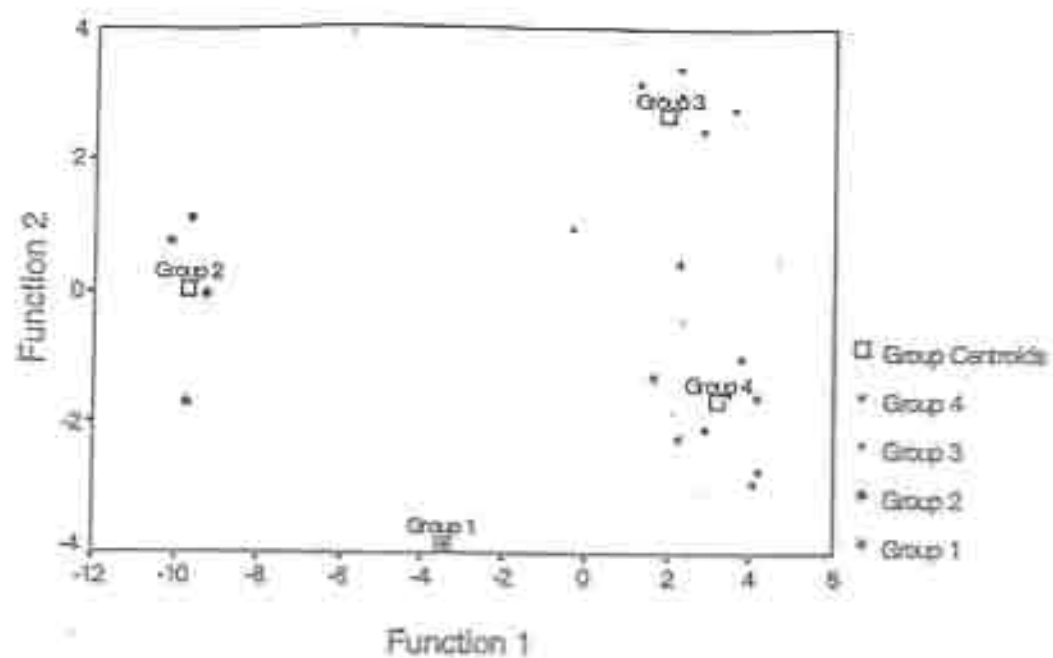
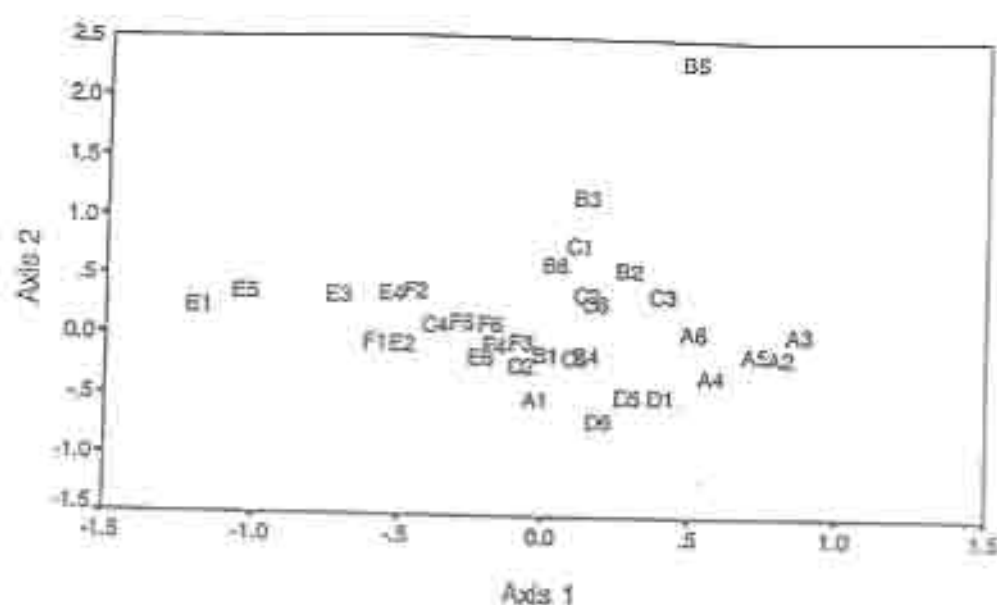


Figure 4. A biplot between discriminant function 1 and 2, the legend groups corresponding to the TWINSpan groups in Figure 3.

(Functions 1 and 2 are significant when tested by Wilks' lambda, $p < 0.001$, $p < 0.05$, respectively)

(a)



(b)

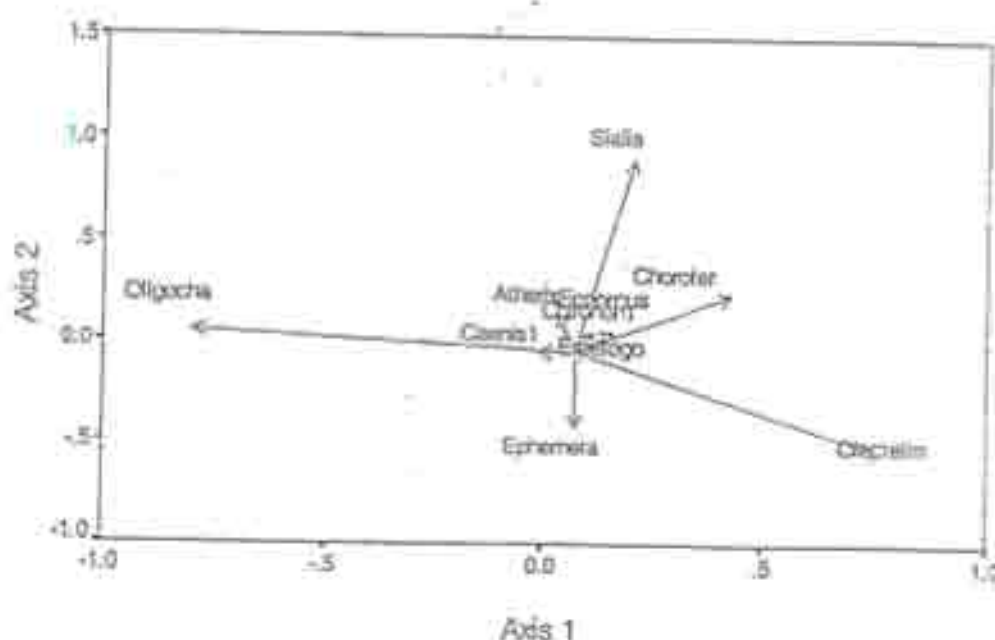


Figure 5 Biplots between axes 1 and 2 of (a) samples ordination by HMDS (stress 0.1623) and (b) significant species vectors which strongly correlate to ordination space.

(Figure 5a: letters represent site codes, numbers stand for sampling months, 1=October 1995, 2=December 1995, 3=February 1996, 4=April 1996, 5=June 1996 and 6=August 1996.

Figure 5b: Atherix=Atherix sp., Caenis1=Caenis sp1, Chironom=Chironomidae, Choroter=Choroterpes sp., Cleptelm=Cleptelmus sp., Ecnomus=Ecnomus sp., Eperogom=Eperogomphus sp., Ephemereta=Ephemereta sp., Oligocha=Oligochaeta and Sialis=Sialis sp.

Distribution of Caddisfly Larvae in relation to Environmental Changes in the Pong Catchment of Northeast Thailand

Abstract

Caddisfly larvae were quantitatively sampled bimonthly from twenty-one stations across the Pong catchment for two years (1996-1997). Caddis taxon richness was highest in the upper part of the catchment but markedly decreased downstream. The distribution pattern of caddisflies in the Pong highlighted some species-landscape phenomena. Certain taxa were limited to upstream waters, notably *Anisocentropus*, *Goera*, *Leptocerus*, *Pseudoneureclipsis*, *Oxyethira* and *Tinodes*. The most widespread caddisflies were *Polycentropus* and *Dipseudopsis*. The density of caddis larvae was closely correlated with water temperature, water velocity, altitude and alkalinity. The overall results suggested they could be another indicative of water pollution impacts in the catchment caused by humans and which became especially apparent during the long dry season.

Introduction

Knowledge about stream and river ecosystems in Southeast Asia is still in its infancy and, in particular, there has been few publications addressing spatiotemporal variation of the benthic fauna in riverbeds (Dudgeon 1995). Distribution patterns of aquatic macroinvertebrates through time and space can contribute information useful in assessing water resource degradation (Resh *et al.* 1995), but have been rarely applied in Asia, particularly Thailand, due to the poor state of knowledge (Sangpradub *et al.* 1997).

Caddisflies are a key aquatic group in Asia and an important constituent of the EPT (Ephemeroptera, Plecoptera and Trichoptera) metric, known to be related to changes in water physicochemistry (Lenat and Barbour 1994, Resh, Norris and Barbour 1995), at least in the temperate zone. In tropical Asian inland waters, caddisfly distribution patterns and their association with environmental factors require much more research (Dudgeon *et al.* 1994) before their utility can be demonstrated.

The aims of this study were threefold. Firstly, to investigate the spatiotemporal distribution of the caddis larvae assemblage in the Pong catchment rivers of northeast Thailand. Secondly, to analyze and quantify changes in the major environmental variables, mainly water physicochemical parameters, in the Pong. Lastly, to explore correlations between caddis larvae abundance in terms of density and taxon richness, and environmental variables.

Physical geography of the Pong catchment

The Pong catchment is located on the northeastern plateau of Thailand (Fig.1) between 16°00'-17°15' N and 101°15'-103°15' E. It has an area of 15,190 km² and ranges in altitude from 88 to 300 metres above sealevel. The Pong system consists of two main tributaries, the Pong and the Cheen. These two rivers receive waters flowing mostly from headwater streams located in the Phetchaboon mountain range. The main channel of the Pong is regulated by three large dams which supply water for cultivated lands, industrial zones and communities within the catchment.

The climate within the catchment is characterized by a marked contrast in seasonal rainfall, with the wet season (May-October) having a mean monthly rainfall of 266.9 mm, while the dry season (November-April) has a mean monthly rainfall of 2.7 mm.

Sampling regime

We established twenty-one sampling sites (P01-P21) which represented a range of less disturbed and impacted areas (Fig. 2). Caddis larvae were quantitatively sampled bimonthly over two years (1996-1997). Six samples (replicates) were randomly taken from the streambed at each site. Sampling benthic fauna at upstream reaches used a Surber sampler (0.30 m x 0.30 m with 500 µm mesh aperture), while sampling in deeper waters downstream necessitated use of an Ekman Grab.

Major water quality variables were sampled at the same time as the caddis sampling. These were water velocity, channel depth and width, discharge, temperature, pH, alkalinity, electrical conductivity, total dissolved solids, total suspended solids (TSS), turbidity, phosphate (PO₄), nitrate (NO₃), dissolved oxygen (DO), biochemical oxygen demand (BOD-5day), chloride (Cl), and sulfate (SO₄). The methods used to sample and analyze all water quality variables followed the standard methods described in GEMS/WATER (UNEP, WHO, UNESCO and WMO (1992) and APHA (1992).

Benthic samples were sorted by hand on white trays using forceps. All caddis specimens were identified using available keys to the lowest possible taxonomic level, mostly to genus. The identified specimens were counted and preserved in 70% ethyl alcohol. All of the specimens are archived in the Department of Biology, Khon Kaen University, Thailand.

Data analysis

Multivariate methods were used to simplify and visualise the relationships between sampling sites based on their caddis fauna.

We used caddis larval density as the raw data input for multivariate analyses, however log transformation ($\log x+1$) was applied to the raw data, if necessary, to improve normality. The PATN software package for detecting pattern in ecological data (Belbin 1995) was used for most of the analysis.

Ordination of the sampling sites employed Semi-Strong Hybrid Multi Dimensional Scaling (HMDS) via the Bray-Curtis association measure (Marchant 1990, Clarke

1993). All sampling sites were then classified using the Unweighted Pair Group arithMetric Averaging (UPGMA) method (Sneath and Sokal 1973, Ganeh 1982) to identify the degree of similarity/dissimilarity between sampling sites which were arranged into proximal groups. These groups were further clarified via the GDEF option in PATN. The ordination and classification were both applied for faunal analysis so as to confirm or cross check the result of each method.

Significant correlations between UPGMA grouped sites and environmental variables were examined using Discriminant Function Analysis (DFA) (Green 1993, Norris and Georges 1993) via the Discriminant option in SPSS (1994).

The Principal Axis Correlation (PCC option in PATN) and Monte Carlo Randomisation with $n=100$ (MCAO option in PATN) was used to test which caddisfly genera were significantly correlated with the ordination space. A significance level of 95% was applied throughout this unless otherwise specified.

Results

Water quality variation within the Pong floodplain

Bimonthly examination of water physicochemistry in the Pong showed that some variables varied significantly during the year, most notably discharge, flow rate, TSS, turbidity, BOD and DO.

The Pong waters had different mean discharge, flow rate, TSS and turbidity between catchment zones. The sites located in the upper zone (P01-P08) had the lowest mean discharge (20.4 cu.m/sec) while the stations in the middle (P09-P13) and lowermost part of the catchment (P14-P21) had discharges which increased substantially (101.8 and 74.6 cu.m/sec, respectively). As expected, the mean discharges also varied markedly between seasons. In dry season, the mean discharge was minimal in the Pong main stream (24.6 cu.m/sec), but increased threefold during the wet season (97.0 cu.m/sec).

The importance of siltation on the Pong waters was apparent in the TSS and turbidity levels. Generally, the mean TSS of the upper sites was higher than the middle and lower stations (138.8, 12.9 and 42.3 mg/L, respectively). Similarly, mean turbidity was higher in the upper sites than in the middle and lower sites (95.9, 10.6 and 61.1 NTU, respectively). The Pong waters were very turbid during the wet season (79.7 NTU) but relatively clear in dry season (43.5 NTU).

In general, the upstream waters were less affected by organic pollution than the downstream sites. There were remarkable impacts from organic pollution in some stretches, particularly where the river flows through the city. The mean BOD level at site 16, for example, was very high at 15.2 mg/L (Fig.3). The mean BOD of the Pong waters varied significantly between seasons, and was relatively higher (4.3 mg/L) in the dry season than in the rainy months (2.6 mg/L).

Dissolved oxygen in the Pong waters differed spatially, with upstream sites having higher mean DO levels than sites located in the middle and lower catchment (7.0, 6.6 and 5.2 mg/L, respectively).

Spatiotemporal variation of caddis larvae

Caddis larvae abundance

Caddis taxon richness peaked in February when 17 genera were detected. The most diverse caddis larvae present in this month belonged to the families Hydropsychidae, Hydroptilidae and Leptoceridae. The net-spinning hydropsychid genera included *Cheumatopsyche*, *Hydropsyche*, *Leptonema* and *Macrostemum*. The fragile case-caddis hydroptilid larvae were only abundant in upstream waters and included the genera *Hydroptila*, *Orthotrichia* and *Oxyethira*. Leptoceridae larvae were rare in the Pong catchment generally and *Leptocerus* and *Triaenodes* were both found only in February in upstream waters. Psychomyiidae was another family seldom found in this catchment and only a single individual of *Tinodes* was discovered in site P01 in February 1996.

The most widespread caddis larvae in the Pong were *Ecnomus*, *Polycentropus* and *Dipseudopsis*. These were frequently found in rather deeper waters, but were absent in very organically polluted waters, such as at sites P15 and P16.

Caddis larvae density

The mean caddis larval density peaked in December (150.7 larvae/m²). The taxa found in highest densities during this month were *Cheumatopsyche* (2707.4 larvae/m²) and *Macrostemum* (209.9 larvae/m²). The former taxon was restricted to upstream sites (P01 to P03), while the latter was rather widespread. *Macrostemum*, in particular, increased in numbers markedly after the catchment waters recovered from severe flooding.

Multivariate analysis

Multidimensional scaling adequately separated the sampling sites in the ordination space (Fig. 4). The less organically polluted sites which supported a more diverse caddisfly fauna were clustered separately from the impacted sites. The less impacted sites can be subdivided into three minor groups; P01, P02 to P04, and P06 and P08. Caddis taxon richness was highest in site P01 (12 genera), followed by sites P02 to P04 (9 genera) and sites P06&P08 (8 genera). The remaining sites with relatively impacted waters had much lower richness.

All caddis taxa which correlated significantly to the arrangement of the sites in the ordination space are shown in Fig. 4. Dominant caddis larvae limited to upstream waters, including *Anisocentropus*, *Goera*, *Leptocerus*, *Neureclipsis*, *Oxyethira* and *Tinodes* appear in the lower part of Fig. 4. The free-living caddis larva *Polycentropus* was mostly indicative of lowland sites (top left in Fig. 4).

Significant correlations between sites grouped by UPGMA classification (based on caddis larval density data) and environmental variables are shown in Table 1. The most influential environmental variables which significantly related to the UPGMA groups were water temperature, water velocity, altitude and alkalinity.

Conclusion and discussion

Seasonal flooding, a cyclical environmental event, was the key factor influencing the occurrence of caddisfly larvae in the flowing waters of the Pong catchment. During mid-rainy period very limited numbers of caddis larvae were recovered from the benthic samples. Of these, the most abundant taxa were *Polycentropus* and *Dipseudopsis*, suggesting that these two genera are tolerant to very high flow conditions. During the wet season, the density of caddis larvae did not differ significantly between stations in the upper and lower catchment zones. Elsewhere in Asia, assemblages of caddis larvae are also known to be much affected by heavy tropical spates particularly during the monsoonal months (Dudgeon 1995).

During the dry season, all the sampling sites were less impacted by natural events, but were much affected by human disturbance. Both taxon richness and density of larvae varied substantially between sites, according to the prevailing environmental impacts. The least organically polluted sites had the highest caddis taxon richness and larval density. The relatively polluted sites, in contrast, had low taxon richness and minimal larval density. The effect of organic pollution upon caddis larval abundance in the temperate zone is well documented (Hellawell 1986, Lenat 1993, Barbour *et al.* 1995, Wright *et al.* 1995). However, similar evidence is so far very scarce from tropical regions. This study contributes a new data set from this region which supports the possibility of using caddis larvae for assessing water pollution. The results further suggest that these measures would be most effective if used to assess organic pollution in the drier months.

The ordination and classification results showed the caddis communities at the sampling sites also relate to percent forest cover and riparian vegetation. Forest cover and riparian strips could both contribute to the richness of caddis taxa, and also affect water quality. The upstream sites with the most forest cover and thickest buffer supported the more diverse caddis taxa. Barling and Moore (1994) also noted a significant influence of forest and buffer strips upon benthic fauna assemblages and water quality. Within the Pong catchment, those sites with more forest cover, low water temperature, high DO, but low BOD, were the most preferred habitats for caddisflies.

Indicator taxa can be deduced from the correlation analysis. At lowland sites in both shallow and deeper water, the dominant caddis larva was the free-living form *Polycentropus*, which was also found to reappear soon after the stream begins to recover from severe spates and organic pollution. In contrast, the indicator taxa in upstream waters were more diverse, including many hydroptilid and hydropsychid taxa.

Some caddisflies responded to an improvement in water quality following severe pollution by urban sewage. Downstream of the city at site P18 for example, as the DO

level increased and BOD reduced, the first caddis larvae to reappear were the free-living forms *Ecnomus*, *Dipseudopsis*, and *Polycentropus*, and the net-spinning *Macrostemum*. Also, the caddis taxon richness spatially fluctuated in concert with BOD and DO levels (Fig.3). Thus, it was clear that these two water quality variables had a marked effect on the distribution of caddis larvae in the Pong catchment.

As this study conducted sampling mostly in cleared parts of the catchment, further investigations in pristine forest streams in the Pong region are still needed. Detailed taxonomic studies of caddisflies, especially larvae and their ecology, are still essential needs in Thailand. Even this study showed levels of organic pollution was associated with differences in caddis larvae abundance, but more long-term studies should be encouraged to establish the causes.

Acknowledgments

We would like to thank the Thailand Research Fund (TRF) and Khon Kaen University which kindly funded this research. We thank many friends and colleagues from the Department of Biology, Khon Kaen University, Thailand, for their encouragement and support during the study. We are also very grateful to the staff of the Environmental Health Center Region 6, Department of Health, Thailand, for help in collecting specimens in the field.

References

- American Public Health Association (APHA), 1992; *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater Including Sediments and Sludges*, 18th Edition, American Public Health Association, American Water Works Association and the Water Environment Federation, Washington DC.
- Barbour, M.T., Stribling, J.B. and Karr, J.R., 1995; Multimetric Approach for Establishing Biocriteria and Measuring Biological Condition, in Davis, W.S. and Simon, T.P. (eds), *Biological Assessment and Criteria: Tools for Water Resource Planning and Decision Making*, 63-67; Lewis Publishers, London.
- Barling, R.D. and Moore, I.D., 1994; Role of Buffer Strips in Management of Water Pollution: A Review, *Environmental Management*, 18 (4), 543-558.
- Belbin, L., 1995; *PATN Pattern Analysts Package*, Division of Wildlife and Ecology, Commonwealth Scientific and Research Organization, Canberra.
- Clarke, K.R., 1993; Non-Parametric Multivariate Analyses of Changes in Community Structure, *Australian Journal of Ecology*, 18, 117-143.
- Dudgeon, D., Arthington, A.H., Chang, W.Y.B., Davies, J., Humphrey, C.L., Pearson, R.G. and Lam, P.K.S., 1994; Conservation and Management of Tropical Asian and Australian Inland Waters: Problems, Solutions and Prospects, *Mitteilungen Internationale Vereinigung fuer Theoretische und Angewandte Limnologie*, 24, 369-386.
- Dudgeon, D., 1995; The Ecology of Rivers and Streams in Tropical Asia, in Cushing, C.E., Cummins, K.W. and Minshall, G.W. (eds), *Ecosystems of the World 22: River and Stream Ecosystems*, 615-657; Elsevier Publishing, Amsterdam.
- Gauch, H.G., Jr., 1982; *Multivariate Analysis in Community Ecology*, Cambridge University Press, Cambridge.
- Green, R.H., 1993; Relating Two Sets of Variables in Environmental Studies, in Patil, G.P. and Rao, C.R. (eds), in *Multivariate Environmental Statistics*, 149-164; North-Holland Series in Statistics and Probability, Volume 6, Elsevier Science Publishers, Amsterdam.
- Hellawell, J.M., 1986; *Biological Indicators of Freshwater Pollution and Environmental Management*. Elsevier Applied Science Publishers, London.
- Lenat, D.R., 1993; A Biotic Index for the Southeastern United States: Derivation and List of Tolerant Values, with Criteria for Assigning Water-Quality Ratings, *Journal of North American Benthological Society*, 12(3), 279-290.
- Lenat, D.R. and Barbour, M.T., 1994; Using Benthic Macroinvertebrate Community Structure for Rapid, Cost-Effective, Water Quality Monitoring: Rapid Bioassessment,

in Loeb, S.L. and Spacie, A. (eds), *Biological Monitoring of Aquatic Systems*, 187-215, Lewis Publishers, London.

Marchant, R., 1990; Robustness of Classification and Ordination Techniques Applied to Macroinvertebrates from the La Trobe River, Victoria, *Australian Journal of Marine and Freshwater Research*, 41, 493-504.

Norris, R.H. and Georges, A., 1993; Analysis and Interpretation of Benthic Macroinvertebrate Surveys, in Rosenberg, D.M. and Resh, V.H. (eds), *Freshwater Biomonitoring and Benthic Macroinvertebrates*, 234-286; Chapman & Hall, New York.

Resh, V.H., 1995; Freshwater Benthic Macroinvertebrates and Rapid Assessment Procedures for Water Quality Monitoring in Developing and Newly Industrialized Countries, in Davis, W.S. and Simon, T.P. (eds), *Biological Assessment and Criteria Tools for Water Resource Planning and Decision Making*, 167-177; Lewis Publishers, London.

Sangpradub, N., Inmuong, Y., Hanjavanit, C. and Inmuong, Y., 1997; *A Correlation Study between Freshwater Benthic Macroinvertebrate Fauna and Environmental Quality Factors in Nam Pong Basin Thailand Part II*, A Research Report Submitted to the Thailand Research Fund, Bangkok.

Sneath, P.H.A and Sokal, R.R., 1973; *Numerical Taxonomy*, W.H. Freeman, San Francisco.

UNEP, WHO, UNESCO and WMO, 1992; *GEMS/WATER Operational Guide*, WHO Collaborating for Surface and Ground Water Quality, National Water Research Institute, Canada Centre for Inland Waters, Burlington, Ontario.

Wright, L.A., Chessman, B.C., Fairweather, P.G. and Benson, L.J., 1995; Measuring the Impact of Sewage Effluent on the Macroinvertebrate Community of an Upland Stream: The effect of Different Levels of Taxonomic Resolution and Quantification, *Australian Journal of Ecology*, 20, 142-149.

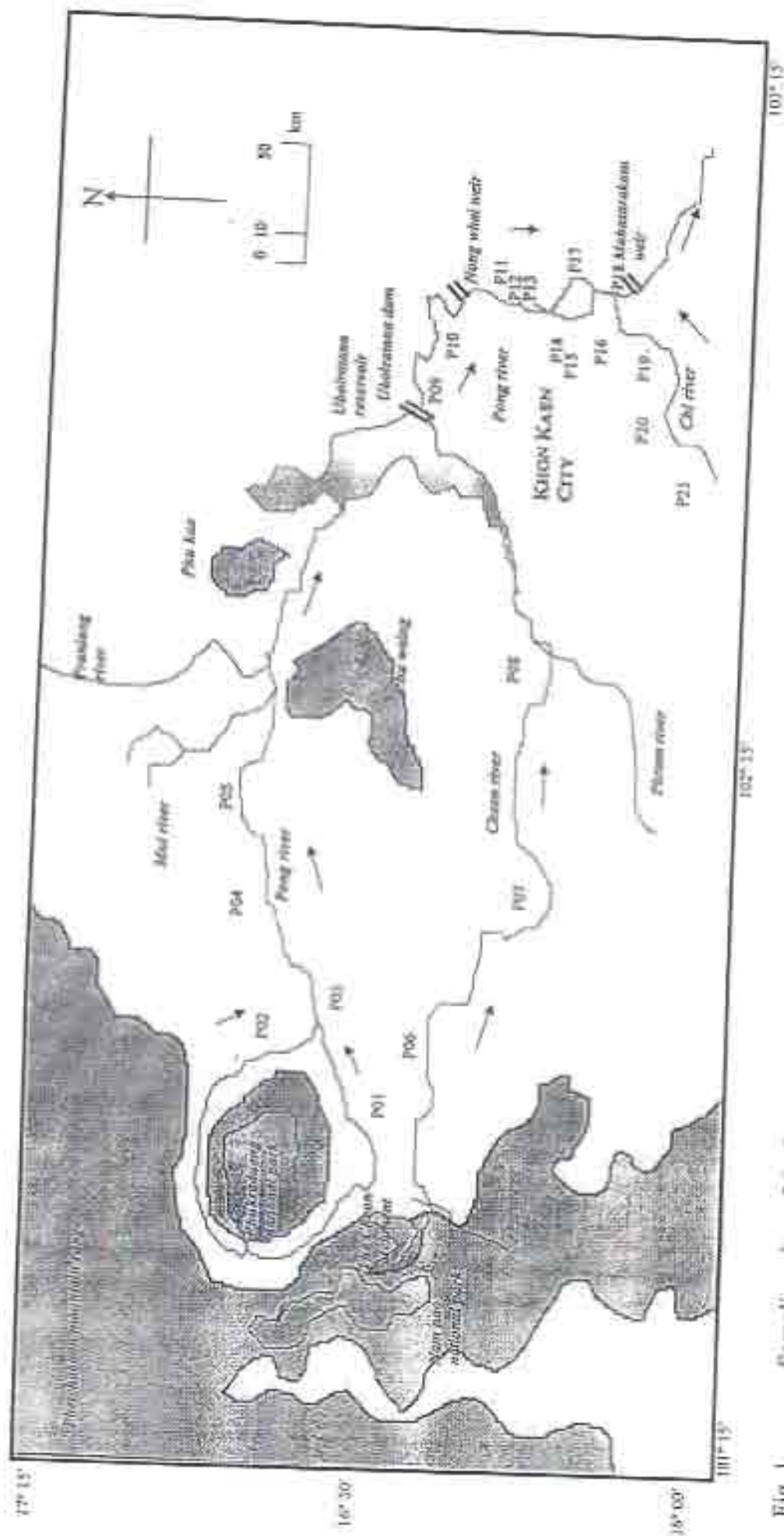


Fig. 1 Sampling sites of the Pong catchment northeast Thailand (P'hu means mountain, P01-P08=Upper zone; P09-P21=Lower zone)

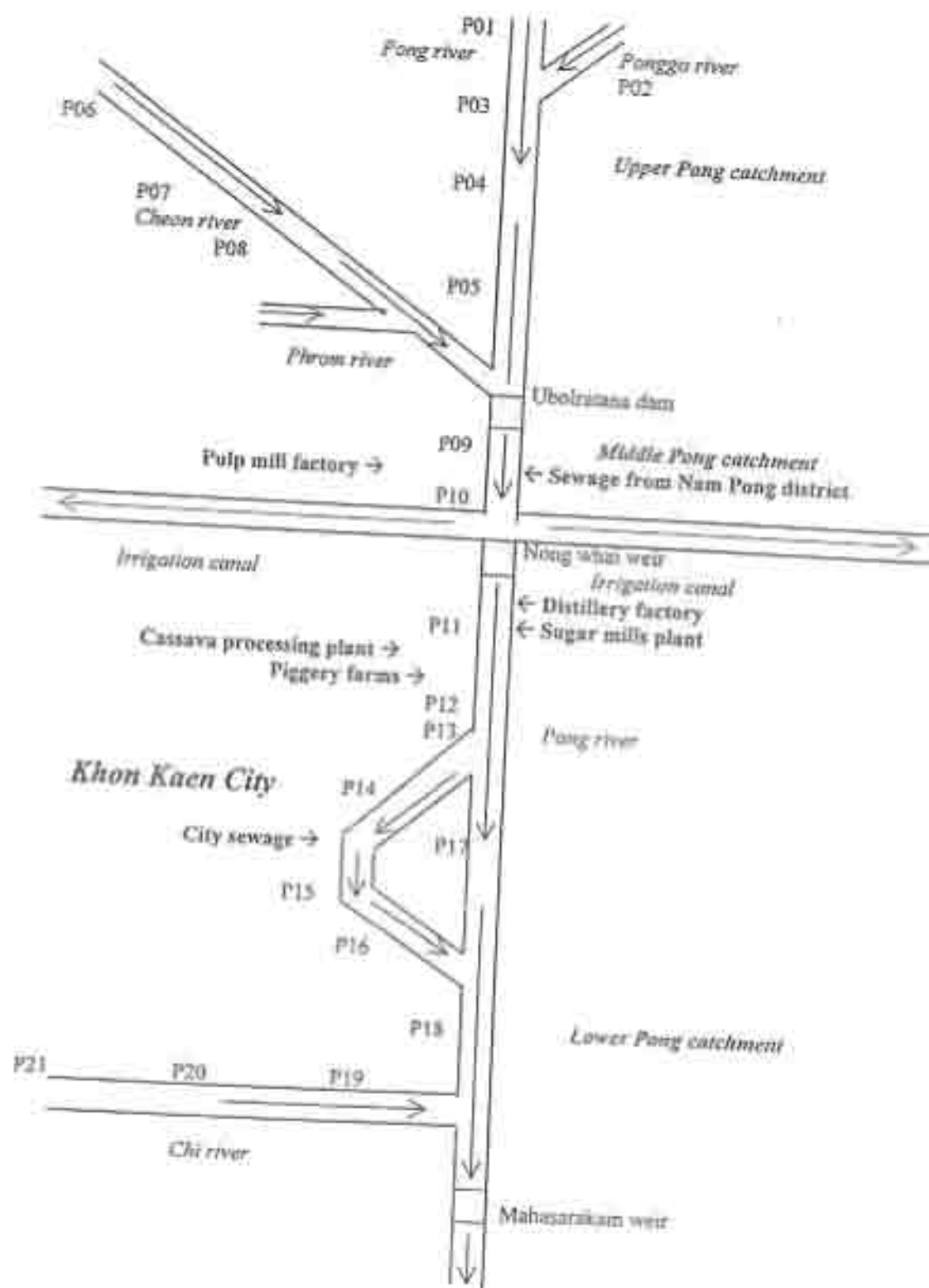
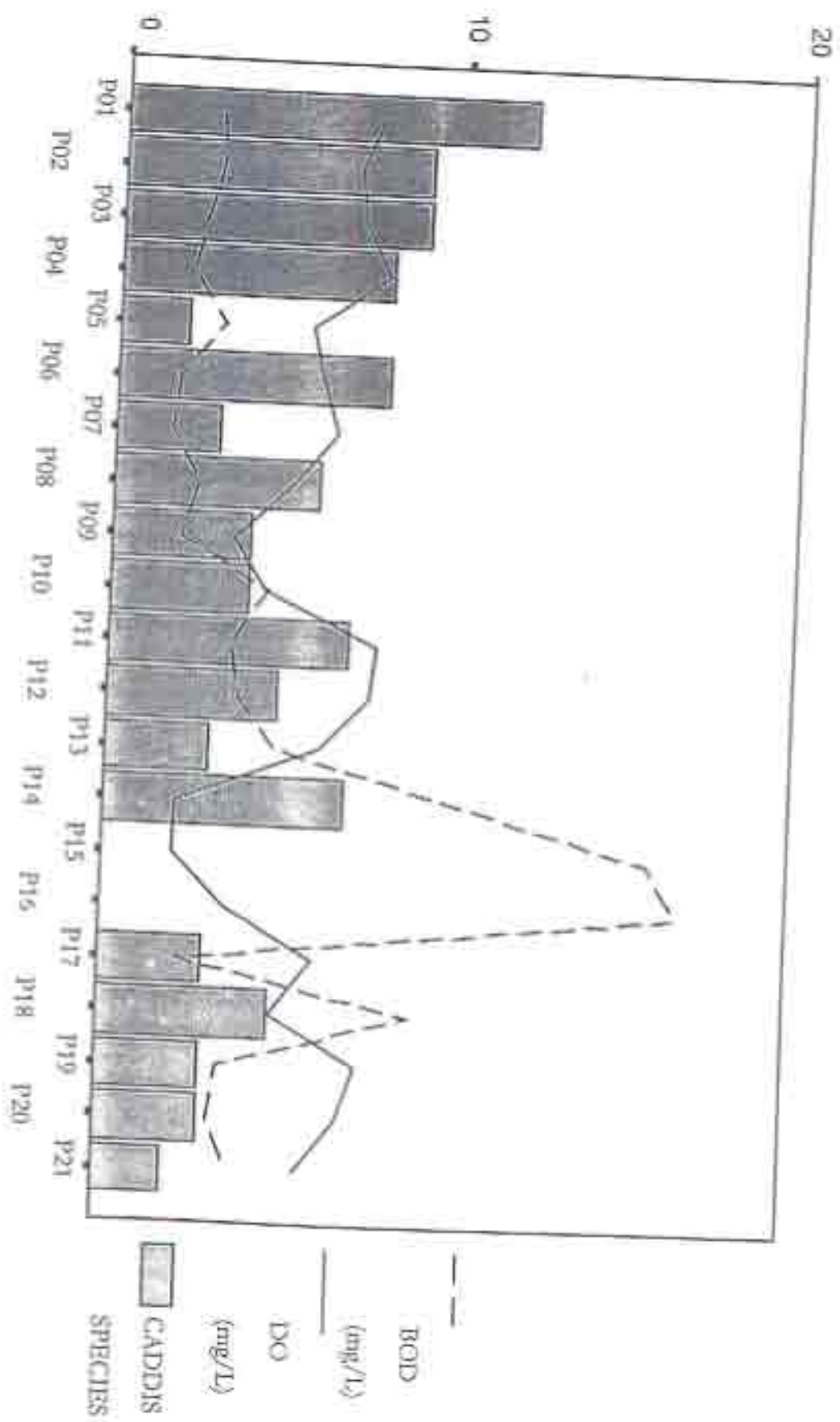


Fig. 2 Diagrammatic summary of the sampling sites and major point-source discharges in the Pong catchment

SAMPLING SITE

Figure 3: Spatial distribution of caddisfly species richness in relation to BOD and DO levels



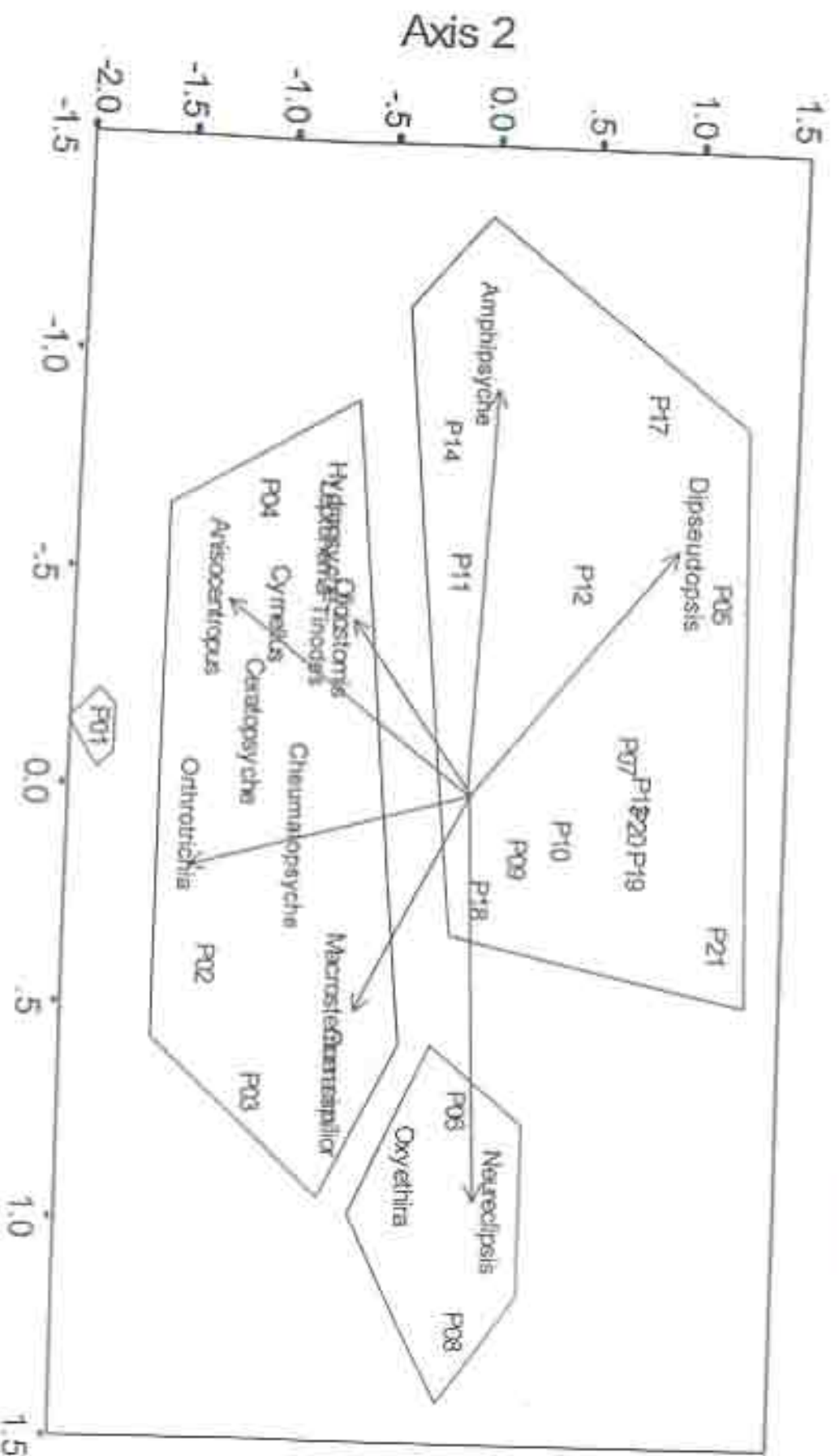


Fig. 4

Sites ordination by HNMDS (stress 0.1650) using caddisfly density data, some taxon vectors significantly correlated to the ordination space were shown, and polygons indicated sites grouping by LIPMGA.

ดัชนีชีวภาพสำหรับการจัดจำแนกคุณภาพน้ำทางชีววิทยา ด้วยสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดินในลุ่มน้ำพอง

Biotic Index for Biological Classification of Water Quality Using Benthic Macroinvertebrate in the Pong Catchment

บทคัดย่อ

ดัชนีชีวภาพสำหรับการจัดจำแนกคุณภาพน้ำทางชีวภาพในลุ่มน้ำพองได้ถูกกำหนดขึ้นจากการให้คะแนนแก่สัตว์ตามความทนทานต่อมลภาวะสารอินทรีย์ และการพิจารณาสัดส่วนของกลุ่มสัตว์ในโครงสร้างชุมชนสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดินตามการกระจายในบริเวณที่มีการปนเปื้อนของสารอินทรีย์ระดับที่แตกต่างกันในแม่น้ำพอง

คำนำ

ผลการเปรียบเทียบวิธีการเก็บตัวอย่างสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดินด้วยวิธีเชิงปริมาณ (quantitative) และวิธีเชิงคุณภาพ (qualitative) และการทดสอบระบบค่าคะแนนระบบต่างๆ ที่นิยมใช้กันในประเทศต่างๆ พบว่าเฉพาะวิธีการเก็บตัวอย่างเชิงปริมาณเท่านั้นที่ให้ผลลัพธ์น่าเชื่อถือสำหรับการทดสอบระบบค่าคะแนนนี้ ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่าค่าคะแนนระบบ BMWP (Biological Monitoring Working Party) ของสหราชอาณาจักรเท่านั้นที่มีแนวโน้มว่าอาจสามารถนำมาใช้กับข้อมูลของสัตว์ในลุ่มน้ำพองได้ (Sangpradub *et al.* 1997) และจากผลการศึกษาในนิเวศ (พ.ศ. 2538-2539) พบว่าโครงสร้างชุมชนของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดินมีความสัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงคุณภาพสิ่งแวดล้อมในลุ่มน้ำพอง (Sangpradub *et al.* 1996) การศึกษากครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ที่จะพัฒนาดัชนีชีวภาพสำหรับการจัดจำแนกคุณภาพน้ำในลุ่มน้ำพองโดยวิธี (1) ใช้ระบบค่าคะแนน และ (2) ดูโครงสร้างชุมชนสัตว์

วิธีการศึกษา

1. ระบบค่าคะแนน

จากค่าคะแนน BMWP (Armitage *et al.*, 1983) ทดสอบค่าคะแนนระบบ BMWP/ASPT กับข้อมูลสัตว์ในลุ่มน้ำพองเดือนกุมภาพันธ์ 2539 ที่เก็บด้วยวิธีเชิงปริมาณเปรียบเทียบกับการจัดกลุ่มสถานีด้วยข้อมูลคุณภาพน้ำจึงสามารถจัดแบ่งได้ 3 กลุ่มสถานี และจำนวนวงศ์ของสัตว์ (taxa

richness) ในลุ่มน้ำเดียวกัน (Sangpradub et al., 1996) เพื่อ (1) ดูความสอดคล้องของผลการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยวิธีการที่แตกต่างกัน (2) ดูความเหมาะสมของค่าคะแนนของระบบ BMWF/ASPT กับดัชนีแต่ละช่วงสีในลำน้ำพอง และพิจารณาระดับดัชนีของค่าคะแนนนี้เพื่อนำมาใช้ในการจัดจำแนกคุณภาพน้ำทางชีววิทยา

2. การพิจารณาโครงสร้างชุมชนสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังน้ำจืด

จากผลการศึกษาที่พบว่าโครงสร้างชุมชนสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังน้ำจืดเปลี่ยนแปลงเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงคุณภาพสิ่งแวดล้อมของแหล่งน้ำ (Sangpradub et al., 1996) ได้แบ่งกลุ่มสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังน้ำจืดออกเป็น 5 กลุ่มใหญ่ ตามผลการศึกษาโครงสร้างชุมชนสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังน้ำจืด คือ

กลุ่มที่ 1 ประกอบด้วยสัตว์ที่พบมากในบริเวณธารน้ำที่ไม่ถูกรบกวน ได้แก่ ตัวอ่อนแมลงสาบ (Plecoptera) ตัวอ่อนแมลงชีปะขาววงศ์ Heptageniidae และ Tricorythidae ตัวอ่อนของแมลงหนอนปลอกน้ำที่ไม่มีปลอก (caseless caddis) ทุกวงศ์ ยกเว้นวงศ์ Leptoceridae ตัวอ่อนแมลงช้างปีกใสวงศ์ Corydalidae

กลุ่มที่ 2 ประกอบด้วยสัตว์ที่พบมากในบริเวณธารน้ำที่ถูกรบกวน ได้แก่ ตัวอ่อนของแมลงชีปะขาววงศ์ Leptophlebiidae ตัวอ่อนของแมลงหนอนปลอกน้ำที่ไม่มีปลอก (caseless caddis) ทุกวงศ์ ยกเว้นวงศ์ Ecnomidae และวงศ์ Dipseudopsidae และตัวอ่อนแมลงช้างปีกใสวงศ์ Sialidae ตัววงศ์ Gyrinidae หรือยูน้ำ (Psephenidae) ตัวอ่อนแมลงปอในวงศ์ Cordulegastridae Gomphidae และ Micromiidae ตัวอ่อนริ้นดำ (Simuliidae) และตัวอ่อนแมลงวันแมงมุม (Tipulidae)

กลุ่มที่ 3 ประกอบด้วยสัตว์ที่พบมากในบริเวณที่มีการปนเปื้อนของสารอินทรีย์ ได้แก่ ตัวอ่อนของแมลงชีปะขาววงศ์ Baetidae ตัวอ่อนของแมลงหนอนปลอกน้ำวงศ์ Leptoceridae และ Hydropsychidae ตัวน้ำไหล (Elmidae) ตัวอ่อนแมลงปอวงศ์ Libellulidae ที่ 4 (Palaeomonidae) และ หอยขม (Viviparidae)

กลุ่มที่ 4 ประกอบด้วยสัตว์ที่พบมากในบริเวณที่มีการปนเปื้อนของสารอินทรีย์ค่อนข้างมาก ได้แก่ ตัวอ่อนแมลงชีปะขาววงศ์ Coenidae ตัวอ่อนของแมลงหนอนปลอกน้ำวงศ์ Ecnomidae และ Dipseudopsidae

กลุ่มที่ 5 ประกอบด้วยสัตว์ที่พบมากในบริเวณที่มีการปนเปื้อนของสารอินทรีย์สูงมากและ/หรือมีค่าการนำไฟฟ้าสูงอันเนื่องมาจากการละลายของหินเกลือในธรรมชาติ ได้แก่ หนอนแดง (Chironomidae) ตัวอ่อนริ้นน้ำกร่อย (Chaoboridae) ตัวอ่อนริ้นเขี้ยว (Ceratopogonidae) และไส้เดือนน้ำจืด (Oligochaeta)

สัดส่วนของดัชนีแต่ละกลุ่มในชุมชนหนึ่งๆ สามารถจัดจำแนกคุณภาพแหล่งน้ำได้ ดังแสดงในตารางที่ 3

1. ระบบค่าคะแนน

เมื่อนำค่าคะแนนระบบ BMW/ASPT มาทดสอบกับข้อมูลสัตว์ในลำน้ำพองเดือนกุมภาพันธ์ 2539 เปรียบเทียบกับการจัดจำแนกกลุ่มสถานีด้วยข้อมูลคุณภาพน้ำ ซึ่งสามารถจัดแบ่งได้ 3 กลุ่ม สถานี และจำนวนวงศ์ของสัตว์ (taxa richness) ในเดือนเดียวกัน เพื่อดูความสัมพันธ์ของผลการนิเคราะห์ ด้วยวิธีการที่แตกต่างกัน (ตารางที่ 1) พบว่าการจัดจำแนกกลุ่มสถานีด้วยข้อมูลคุณภาพน้ำ ส่วนมากสอดคล้องกับการจัดจำแนกสถานีด้วย BMW/ASPT เมื่อพิจารณาการจัดจำแนกสถานี ด้วยระบบ BMW/ASPT เปรียบเทียบกับจำนวนวงศ์ของสัตว์ (taxa richness) ซึ่งเป็นวิธีหนึ่งที่ยอมรับใช้ในการเปรียบเทียบความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต โดยจัดจำแนกจำนวนวงศ์ของสัตว์เป็น 3 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ 1 มีจำนวน 1-5 วงศ์ กลุ่มที่ 2 มีจำนวน 6-10 วงศ์ และกลุ่มที่ 3 มีจำนวน 11-20 วงศ์ พบว่าการจัดจำแนกสถานีไม่สอดคล้องนักคือ มี 3 สถานีที่ไม่เข้าตามกลุ่ม แสดงว่าค่าคะแนนของสัตว์ บางวงศ์ที่ปรากฏใน BMW/ASPT ไม่เหมาะกับสัตว์ที่พบในลำน้ำพอง คือสัตว์บางวงศ์มีค่าคะแนนต่ำเกินไปเมื่อเปรียบเทียบกับการกระจายตัวของสัตว์ ในสถานีต่างๆ

ดังนั้นจึงได้ทำการกำหนดค่าคะแนนใหม่แก่สัตว์ที่ไม่มีกระดูกสันหลังน้ำจืด โดยจากข้อมูลสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังน้ำจืดที่เก็บด้วยวิธีเชิงปริมาณระหว่างปีพ.ศ. 2538-2539 ได้นำมากำหนดค่าคะแนนตั้งแต่ 1-10 ให้แก่สัตว์แต่ละ วงศ์ตามการกระจายในแต่ละสถานีของลำน้ำพอง โดยมีหลักเกณฑ์ว่า สัตว์ที่มีการกระจายได้ในทุกสถานีแสดงว่าเป็นสัตว์ที่สามารถทนได้ในน้ำทุกคุณภาพ สัตว์เหล่านี้จะได้ค่าคะแนนต่ำ เช่น ไส้เดือนน้ำจืด (Oligochaeta) และหนอนแดง (Chironomidae) มีการกระจายอยู่ทุกสถานี ควร ได้คะแนนต่ำสุด เมื่อพิจารณาร่วมกับคุณภาพน้ำ เหนือพิสัยของน้ำพบว่าในน้ำที่มีคุณภาพเลวกว่าจะมีไส้เดือนน้ำจืดจำนวนมากว่าหนอนแดง แสดงว่าไส้เดือนน้ำจืดมีความทนทานมากกว่าหนอนแดง จึงกำหนดค่าคะแนน 1 และ 2 ให้แก่ ไส้เดือนน้ำจืดและหนอนแดงตามลำดับ ซึ่งหมายความว่าไส้เดือนน้ำจืดเป็นสัตว์ที่มีความทนทาน มากกว่าหนอนแดงคือหนอนแดง ใช้หลักเกณฑ์เดียวกันนี้ในการพิจารณาให้ค่าคะแนนสัตว์วงศ์อื่นๆ จนทั่ว

ตารางที่ 1 การเปรียบเทียบการจัดจำแนกกลุ่มสถานีตามคุณภาพน้ำ ระบบคะแนน BMW/ASPT และจำนวนวงศ์

คุณภาพเคมีของน้ำ	สถานี	BMW/ASPT	สถานี	จำนวนวงศ์	สถานี
กลุ่ม 3	เชิงบือต	1.5	เชิงบือต	1	บึงเนียน
กลุ่ม 3	บึงน้อม	2	บึงน้อม	3	หนองแสง
กลุ่ม 3	โคกกลาง	3.33	โคกกลาง	4	หนองหิน
กลุ่ม 2	หนองหิน	3.67	หนองแสง	4	เชิงบือต
กลุ่ม 2	หนองแสง	4.33	หนองนาท่า	5	หนองนาท่า
กลุ่ม 2	หนองน้	4.5	บึงก	5	หนองจิก
กลุ่ม 2	พระค้อ	4.5	หนองหิน	5	โคกกลาง
กลุ่ม 2	บึงก	4.88	คุศน้ำโต	5	พระค้อ
กลุ่ม 2	โนนขามแป	5	โนนขามแป	6	บึงก
กลุ่ม 2	คุศน้ำโต	5	พระค้อ	7	โนนขามแป
กลุ่ม 1	ห้วยสายหมิง	5.22	ท่าต้อ	8	หนองไม้
กลุ่ม 1	หนองไม้	5.28	ศรีฐาน	9	ท่าต้อ
กลุ่ม 1	หนองนาท่า	5.33	หนองไม้	10	หนองน้
กลุ่ม 1	หนองจิก	5.6	หนองจิก	10	คุศน้ำโต
กลุ่ม 1	ศรีฐาน	5.64	ห้วยสายหมิง	14	นาบือต
กลุ่ม 1	ผานกแก้ว	6	นาบือต	14	ห้วยสายหมิง
กลุ่ม 1	นาบือต	6.14	หนองน้	19	ผานกแก้ว
กลุ่ม 1	ท่าต้อ	6.56	ผานกแก้ว	20	ศรีฐาน

ตารางที่ 2 วิธีการหาคะแนนของระบบ BMWP กับคะแนนน้ำพอ

	คะแนน BMWP	คะแนนน้ำพอ
สัตว์ Coleoptera		
Chrysomelidae	5	-
Clamidae	5	-
Curculionidae	5	5
Dryopidae	5	-
Dytiscidae	5	5
Elmidae	5	6
Gyrinidae	5	7
Hydrophilidae	5	-
Hydrophilidae	5	5
Hygrobiidae	5	-
Notitidae	6	-
Psocidae	-	7
สัตว์ชั้นแมลงปีกเล็ก Diptera		
Athericidae	-	7
Ceratopogonidae	-	3
Chaoboridae	-	3
Chironomidae	2	2
Simuliidae	5	8
Tipulidae	5	7
สัตว์ชั้นแมลงปีกขาว Ephemeroptera		
Baetidae	4	5
Caddisidae	7	4
Ephemereidae	10	-
Ephemeridae	10	6
Heptageniidae	10	10
Leptophlebiidae	10	10
Parameletidae	10	5
Siphonuridae	10	8

ตารางที่ 2 เปรียบเทียบคะแนนของระบบ BMWF กับคะแนนน้ำพอง (ต่อ)

	คะแนน BMWF	คะแนนน้ำพอง
ตัว 24 Coleoptera		
ตัวอ่อนนมวัน Hemiptera		
Belostomatidae	-	5
Cerixidae	5	5
Gerridae	5	3
Hydrometridae	5	-
Mesovelidae	5	-
Naucoridae	5	3
Nepidae	5	3
Notonectidae	5	-
Psephenidae	5	-
ตัวอ่อนแมลงครึ่งปีกไฮ Megaloptera		
Corydalidae	-	10
Stalidae	4	7
ตัวอ่อนผีเสื้อน้ำ Pyralidae		
Pyralidae	-	3
ตัวอ่อนแมลงปีกใส Odonata		
Aeshnidae	8	-
Libellulidae	8	-
Coenagrionidae	6	2
Zygoptera	8	7
Corduliidae	8	-
Gomphidae	8	8
Leptoceridae	8	8
Libellulidae	-	6
Libellulidae	8	6
Macromiidae	-	8
Platyneuridae	6	6

ตารางที่ 2 เปรียบเทียบคะแนนของระบบ BMWP กับคะแนนน้ำทอง (ต่อ)

	คะแนน BMWP	คะแนนน้ำทอง
ตัวอ่อนปลาน้ำจืด Plocoptera		
Capniidae	10	-
Chloroperlidae	10	-
Leuctridae	10	-
Nemouridae	7	10
Perlidae	10	10
Perlodidae	10	10
Planariidae	5	-
ตัวอ่อนแมลงท่อน้ำจืด Trichoptera		
Brachycentridae	10	10
Calamoceratidae	-	9
Dipomdopodidae	-	4
Scenonidae	-	4
Goniidae	10	10
Helicopsychidae	-	10
Hydropsychidae	5	6
Hydroptilidae	6	8
Lepidostomatidae	10	10
Leptoceridae	10	7
Limnephilidae	10	-
Molannidae	10	10
Odontoceridae	10	10
Philopotamidae	8	10
Polycentropodidae	7	4
Psychomyiidae	8	10
Scricostomatidae	10	-
Unionidae	6	-
กุ้ง Palaeomonidae	-	6
ไส้เดือนน้ำจืด Oligochaeta	1	1
หอย Hirudinae	3.4	-

ตารางที่ 2 เปรียบเทียบคะแนนของระบบ BMWP กับคะแนนน้ำพอง (ต่อ)

	คะแนน BMWP	คะแนนน้ำพอง
ไอโซปอด Isopod		
Asellidae	3	-
Gammaridae	6	-
หอยฝาเดียว Gastropoda		
Ancylidae	6	-
Lymnaeidae	3	3
Physidae	3	-
Planorbidae	3	2
Viviparidae	6	5

สัตว์ที่มีความทนทานมากต่อการเปลี่ยนแปลงของสิ่งแวดล้อมจะมีคะแนนด้านสัตว์ที่มีความทนทานน้อยกว่าจะมีคะแนนที่สูงขึ้นตามลำดับ เมื่อค่าคะแนนนี้ว่า ค่าคะแนนน้ำพอง ดังแสดงในตารางที่ 2 ถ้าดัชนีต่อมาคือการหา ดัชนีน้ำพอง (Pong Blotic Index) ซึ่งเป็นการแปลงค่าคะแนนที่ได้ในแต่ละสถานีให้เป็นตัวเลขที่ง่ายแก่การเข้าใจ คือมีค่าอยู่ในช่วง 1-10 โดยหารผลรวมของคะแนนที่ได้ในแต่ละสถานีด้วยผลรวมเฉพาะจำนวนวงศ์ที่มีคะแนน

ดัชนีน้ำพอง = ผลรวมของคะแนนหารรวมจำนวนวงศ์เฉพาะที่มีค่าคะแนน

ทดสอบดัชนีน้ำพองกับสัตว์ในลำธารของอุทยานแห่งชาติภูกระดึง อุทยานแห่งชาติภูหนาว อุทยานแห่งชาติภูพาน และสถานีต่างๆ ในลุ่มน้ำพอง เพื่อดูความเป็นไปได้ของการใช้ดัชนีนี้ในการจัดจำแนกแหล่งน้ำอื่นๆ นอกเหนือจากลำน้ำพอง ได้ผลดังตารางที่ 3

จากดัชนีน้ำพองสามารถแบ่งช่วงดัชนีเพื่อจัดจำแนกคุณภาพน้ำทางชีววิทยาได้ดังนี้คือ

ช่วงดัชนี	คุณภาพน้ำ
6.5-10	ดีมาก
5.6-6.4	ดี
4.6-5.5	ค่อนข้างดี
3.6-4.5	พอใช้
2.6-3.5	สกปรก
1.0-2.5	สกปรกมาก

ตารางที่ 3 ผลการทดสอบดัชนีน้ำพองที่สถานีต่างๆ ในลุ่มน้ำพอง เมื่อเดือนกุมภาพันธ์ 2539

สถานี	ดัชนีน้ำพอง
นาไฮ้อย	5.79
ศรีฐาน	5.04
ผานกเค้า	6.17
หัวสะพานวัง	5.2
หนองน้ำคำ	3.0
หนองจิก	4.33
ท่าเสือ	4.93
หนองไผ่	3.89
หนองแด้	4.45
โนนขามแป	3.14
กุดน้ำใสน้อย	4.3
บึงแก	4.63
หนองหิน	1.0
โคกกกลาง	2.8
บึงบือย	2.0
บึงเมียม	2.0
พระค้อ	3.2
หนองหิน	3.0

จากผลตารางที่ 3 ลำน้ำพองช่วงต้นตั้งแต่บริเวณบ้านนาไฮ้อยจนถึงก่อนเข้าเขื่อนอุบลรัตน์ ส่วนมากถูกจัดจำแนกว่ามีคุณภาพน้ำก่อนช่วงดีขึ้นถึงดี ลำน้ำพองตั้งแต่ได้เขื่อนอุบลรัตน์ไปจนถึงฝายหนองหวาย (หนองแด้-กุดน้ำใส) ถูกจัดจำแนกว่าสกปรกจนถึงมีคุณภาพพอใช้ และลำน้ำพองบริเวณหลังฝายหนองหวายจนถึงฝายมหาสารคาม (บึงแก-หนองหิน) ถูกจัดจำแนกว่ามีคุณภาพไม่มี คือสกปรกถึงสกปรกมาก เมื่อทดสอบดัชนีน้ำพองที่เขื่อนวัดที่พบในลำธารอุทยานแห่งชาติ 3 แห่งได้ผลดังตารางที่ 4 ลำธารของอุทยานแห่งชาติภูกระดึงมีดัชนีน้ำพองสูงกว่าของอุทยานแห่งชาติน้ำหนาว ลำธารในอุทยานแห่งชาติภูกระดึงถูกจัดจำแนกว่ามีคุณภาพดีมาก ลำธารของอุทยานแห่งชาติ

น้ำหนักรวมมีคุณภาพค่อนข้างดีจนถึงดี ในขณะที่คุณภาพแหล่งน้ำของถ้ำธารในอุทยานแห่งชาติภูพาน อยู่ในเกณฑ์ดี

ตารางที่ 4 ผลการทดสอบดัชนีน้ำพองในถ้ำธารอุทยานแห่งชาติภูกระดึง อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว และอุทยานแห่งชาติภูพาน เครื่องหมายวงเล็บแสดงเดือนที่เก็บตัวอย่างสัตว์

สถานี	ดัชนีน้ำพอง
อุทยานแห่งชาติภูกระดึง (กุมภาพันธ์ 2539)	
วังขาว	8.3
ถ้ำใหญ่	7.9
เพ็ญพบใหม่	7.2
โชนพบ	8
ผาน้ำผั่ว	8.3
พะอ้ง	8.3
ถ้ำสอ	8.1
ขุนพอง	8.3
อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว (พฤศจิกายน 2538)	
ห้วยเหืองเหนือ	5.29
ห้วยทรมนัง	5.83
อุทยานแห่งชาติภูพาน (กุมภาพันธ์-สิงหาคม 2540)	
ห้วยบะแกว	6.33
ห้วยแก้งมดแดง	6.0

2. การพิจารณาโครงสร้างชุมชนสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดิน

จากการแบ่งกลุ่มสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดินตามข้อมูลการปรากฏในสถานีต่างๆของ
ถ้ำน้ำพองออกเป็น 5 กลุ่ม โดยดูความสัมพันธ์กับปัจจัยคุณภาพทางเคมีที่สกัดจากรน้ำ สัดส่วนของ
จำนวนสัตว์ในแต่ละกลุ่มจัดจำแนกคุณภาพของแหล่งน้ำให้เป็น 5 ระดับ เรียกว่า “ดัชนี Q” โดยเรียง
ลำดับ Q1 ไปจนถึง Q5 ตามการการจจัดจำแนกคุณภาพของน้ำทางชีววิทยาดินมากไปจนถึงน้อยมาก
ดังแสดงในตารางที่ 5

ตารางที่ 5 แสดงส่วนประกอบสัดส่วนของสัตว์แต่ละกลุ่มกับดัชนี Q

ดัชนี Q	กลุ่ม1	กลุ่ม2	กลุ่ม3	กลุ่ม4	กลุ่ม5
	all Plecoptera	caseless caddis	Baetidae c	Chenidae	Chironomidae
	all cased caddis	(ext Ecnomidae	Ephemeroidea	Dipseudopsidae	Oligochaete
	(ext Leptoceridae)	Hydropsychidae	Leptoceridae	Ecnomidae	
	Heptageniidae	Dipseudopsidae	Hydropsychidae	Coenagrionidae	
	Corydalidae	Leptophlebiidae	Eimidae	Choroteridae	
		Sialidae	Libellulidae	Ceratopogonidae	
		Gyrinidae	Palaemonidae		
		Psophocnidae	Polycentropodidae		
		Micromiidae	Viviparidae		
		Cordulegasteridae			
		Gomphidae			
		Micromiidae			
		Simuliidae			
		Tipulidae			

Q1					
Q2					
Q3					
Q4					
Q5					

เมื่อแทนจำนวนสัตว์ด้วยเครื่องหมายวงกลม

○ - น้อยมาก ○ = น้อย ○ = ปานกลาง ○ = ค่อนข้างมาก ○ = มาก
หมายเหตุ ext - อยู่นอก และสัตว์ในกลุ่ม 5 อาจมีจำนวนตัวมากหรือน้อยกว่าสัตว์ตัวอื่นที่ระบุไว้

จากดัชนี Q สามารถแบ่งช่วงดัชนีเพื่อจัดจำแนกคุณภาพน้ำทางชีววิทยาได้ดังนี้คือ

ดัชนี Q	คุณภาพน้ำ
Q1	ดีมาก
Q2	ดี
Q3	พอใช้
Q4	สกปรก
Q5	สกปรกมาก

เปรียบเทียบการจัดจำแนกคุณภาพน้ำในลำน้ำบางสายด้วยดัชนีน้ำพอง และดัชนี Q ได้ผลดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 การเปรียบเทียบการจัดจำแนกคุณภาพน้ำทางชีววิทยาในลำน้ำพอง อุทยานแห่งชาติน้ำหนาวและอุทยานแห่งชาติภูกระดึง ด้วยดัชนีน้ำพองและดัชนี Q

สถานี	ดัชนีน้ำพอง	ดัชนี Q	ผลการจัดจำแนก(ดัชนีน้ำพอง, ดัชนี Q)
เชิงเขิน	2	Q5	สกปรกมาก
บึงเขิน	2	Q5	สกปรกมาก
โคกกลาง	2.8	Q4	สกปรก
หนองน้ำคำ	3	Q4	สกปรก
หนองหิน	3	Q4	สกปรก
หนองละ	3	Q4	สกปรก
พระค้อ	3.2	Q4	สกปรก
โหล่นขาม	3.4	Q4	สกปรก
หนองไผ่	3.89	Q3	พอใช้
กุศลน้ำโต	4.3	Q3	พอใช้
หนองจิก	4.33	Q3	พอใช้
หนองนาคี	4.45	Q3	พอใช้
บึงนก	4.63	Q3	พอใช้
ท่าเตี้ย	4.93	Q2-Q3	ค่อนข้างดี, พอใช้-ดี
ศรีฐาน	5.04	Q2	ค่อนข้างดี, ดี
ด้วยสายหมิง	5.2	Q2	ค่อนข้างดี, ดี
นาหมิง	5.79	Q2	ดี
ผานกเค้า	6.17	Q2	ดี

ตารางที่ 6 การเปรียบเทียบการจัดจำแนกคุณภาพน้ำทางชีววิทยาในกลุ่มน้ำทอง อุทยานแห่งชาติน้ำหนาวและอุทยานแห่งชาติภูกระดึง ด้วยดัชนีน้ำทองและดัชนี Q (ต่อ)

สถานี	ดัชนีน้ำทอง	ดัชนี Q	ผลการจัดจำแนก(ดัชนีน้ำทอง, ดัชนีQ)
ห้วยหญ้าศรี	5.29	Q2	ค่อนข้างดี, ดี
ห้วยพรมแดง	5.83	Q2	ดี
วังกวาง	6.68	Q1	ดีมาก
ลำไใหญ่	6.74	Q1	ดีมาก
เพ็ญพนใหม่	6.76	Q1	ดีมาก
ลำสอ	6.77	Q2-Q1	ดีมาก, ดี-ดีมาก
โนนพล	7	Q1	ดีมาก
ผาน้ำผา	7	Q2-Q1	ดีมาก, ดี-ดีมาก
พะยอม	7.09	Q2-Q1	ดีมาก, ดี-ดีมาก
ขุนทอง	7.21	Q1	ดีมาก

การเปรียบเทียบดัชนีทั้งสองแบบได้ผลในการจัดจำแนกเหมือนกันเมื่อจำแนกว่าคุณภาพแหล่งน้ำนั้นพอใช้ถึงสกปรกมาก สำหรับในกลุ่มน้ำทอง สถานีท่าเตี้ย ศรีฐาน และห้วยสาหร่าย ดัชนีน้ำทองจัดจำแนกว่าคุณภาพน้ำทั้งสามแหล่งนี้ค่อนข้างดี ในขณะที่ดัชนี Q จัดจำแนกสถานีท่าเตี้ยว่าคุณภาพพอใช้ถึงดี ส่วนสถานีศรีฐานและห้วยสาหร่ายถูกจัดจำแนกว่าน้ำนั้นคุณภาพดี ทั้งนี้เพราะดัชนีน้ำทองจัดจำแนกเป็น 6 ระดับ ส่วนดัชนี Q จัดจำแนกเป็น 5 ระดับก็ไม่มีระดับค่อนข้างดี ผลที่ได้มีแสดงว่าสถานีท่าเตี้ยถูกจัดจำแนกไว้ในกลุ่มสถานีที่มีคุณภาพดีต่ำกว่าอีกสองสถานีเล็กน้อย ห้วยพรมแดงถูกจัดจำแนกว่ามีคุณภาพดีกว่าห้วยหญ้าศรี และคุณภาพน้ำของอุทยานแห่งชาติภูกระดึงถูกจัดจำแนกอยู่ในเกณฑ์ดี-ดีมากและดีมาก จากผลการเปรียบเทียบการทดสอบการจัดจำแนกด้วยดัชนีทั้งสองนี้ดัชนี Q สามารถจัดจำแนกได้ละเอียดกว่าเล็กน้อย

จากการทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีน้ำทอง และดัชนี Q กับปัจจัยคุณภาพทางเคมีฟิสิกส์ของน้ำพบว่า เฉพาะค่า DO และ BOD เท่านั้นที่มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญกับดัชนีทั้งสองนี้ (ดัชนีน้ำทอง: ค่า DO $r=0.729$ $P=0.001$, ค่า BOD $r=-0.492$ $P=0.038$ และดัชนี Q: ค่า DO $r=0.716$ $P=0.001$, ค่า BOD $r=-0.716$ $P=0.004$) ซึ่งแสดงว่าดัชนีทั้งสองมีความไวต่อมลภาวะทางอินทรีย์ นอกจากนี้สหสัมพันธ์แสดงว่าดัชนีน้ำทองและดัชนี Q มีความสัมพันธ์กันมากถึงร้อยละ 96 ($r=0.966$, $P=0.000$)

วิจารณ์ผลการศึกษา

ค่าคะแนนระบบ BMWP/ASPT และค่าคะแนนน้ำพอง

การที่พบว่าค่าคะแนนของระบบ BMWP ไม่เหมาะสมกับข้อมูลของสัตว์ในลำน้ำพองนั้น เนื่องจากสัตว์บางวงศ์ที่มีในระบบค่าคะแนนนั้น ไม่พบในลำน้ำพองในขณะที่สัตว์บางวงศ์ที่พบว่ามี ความสำคัญในลำน้ำพองไม่ปรากฏในระบบ BMWP และค่าคะแนนของสัตว์บางวงศ์สูงหรือต่ำเกิน กว่าความเป็นจริงของสัตว์ที่พบกระจายอยู่ในลำน้ำพอง ทั้งนี้เพราะระบบ BMWP มีต้นกำเนิดจาก สหราชอาณาจักรซึ่งมีความแตกต่างด้านภูมิประเทศและภูมิอากาศจากประเทศไทยจึงมีความแตก ต่างด้านสิ่งมีชีวิตด้วย (Covich, 1988) ค่าคะแนนระบบ BMWP กับค่าคะแนนน้ำพองแตกต่างกัน ดังนี้คือ

กลุ่มด้วง (Coleoptera) ด้วงน้ำไหล (Elmidae) หรือ Elmidae และด้วงสีดา (Gyrinidae) ซึ่งมีคะแนนใน ระบบ BMWP เท่ากับ 5 จากข้อมูลในลำน้ำพองได้ใจไม้ต่ำเท่ากับ 6 และ 7 คะแนน ตามลำดับ และได้เพิ่มวงศ์ Psephenidae ซึ่งไม่มีใน BMWP แต่พบมากในบริเวณน้ำพองตอนบนให้ มีคะแนนเท่ากับ 7

กลุ่มแมลงสองปีก (Diptera) ใน BMWP มีแมลงสองปีก 3 ชนิดคือ หนอนแดง (Chironomidae) ตัวอ่อนวันดำ (Simuliidae) และตัวอ่อนแมลงวันเมรุ (Tipulidae) มีคะแนน 2, 5 และ 5 ตามลำดับ ยกเว้นหนอนแดงแล้ว อีก 2 วงศ์ไม่สอดคล้องกับข้อมูลของท้องถิ่น คือ ในแหล่ง น้ำภาคตะวันออกเฉียงเหนือตัวอ่อนวันดำมักพบบริเวณลำน้ำตอนบนที่สะอาดจนถึงก่อนข้างคิ เช่นเดียวกับตัวอ่อนแมลงวันเมรุ จึงได้ให้คะแนนเป็น 8 และ 7 ตามลำดับ และตัวอ่อนของแมลง สองปีกที่พบกระจายมากในแหล่งน้ำจืดของไทยคือ ตัวอ่อนวันน้ำกระด (Chaoboridae) และตัวอ่อน วันเขม (Ceratopogonidae) ตัวทั้งสองวงศ์นี้พบกระจายอยู่ในแหล่งน้ำทุกแห่งและตัวอ่อนวันน้ำ กระดพบว่ามีความสัมพันธ์เชิงบวกกับค่าการนำไฟฟ้าของน้ำ ตัวทั้งสองวงศ์นี้ได้กำหนดคะแนนจาก การศึกษาครั้งนี้อย่าง 3 เนื่องจากแม้ว่าจะพบในทุกสถานีเช่นเดียวกับหนอนแดงแต่ในสถานีที่คุณภาพทางเคมีฟิสิกส์ของน้ำไม่ดีตัวอ่อนทั้งสองนี้มีจำนวนตัวน้อยกว่าหนอนแดง นอกจากนี้ตัวอ่อน ของหนอนหาวแดง (Athericidae) ซึ่งไม่มีใน BMWP แต่มีมากในลำธารตอนบนของไทยได้ให้ค่า กับ 7 คะแนน

กลุ่มแมลงชีปะขาว (Ephemeroptera) ส่วนมากมีความสอดคล้องกับ BMWP ยกเว้น ตัว ก่อนแมลงชีปะขาวกระโปรง (Caenidae) ตัวอ่อนชีปะขาวเขม (Baetidae) และตัวอ่อนชีปะขาว ทนวดสั้น (Siphonuridae) ตัวอ่อนแมลงชีปะขาวกระโปรงและตัวอ่อนชีปะขาวเขมมีการกระจายที่ กว้างมากสามารถพบได้ในลำน้ำพองเกือบทุกสถานี ในบริเวณที่น้ำสกปรกตัวอ่อนของแมลง ชีปะขาวทั้ง 2 วงศ์นี้จะเกาะอยู่ตามพืชน้ำ ในขณะที่ BMWP ให้คะแนนแก่ตัวอ่อนแมลงชีปะขาว กระโปรง เป็น 7 คะแนน ซึ่งแสดงว่าเป็นสัตว์ที่ทนทานค่อนข้างน้อย แต่ในลำน้ำพองพบว่าสามารถ

พบในน้ำที่มีคุณภาพทางเคมีฟิสิกส์ในลักษณะให้คะแนนเป็น 3 และให้คะแนนตัวอ่อนแมลง
ซีแพนขาวขึ้นเป็น 4 เนื่องจากพบกระจายในน้ำที่มีคุณภาพทางเคมีฟิสิกส์ดีกว่า ซีแพนขาววงศ์ Baetidae
นี้มีรายงานทั่วทั้งไปว่าทนทานต่อมลภาวะทางน้ำได้มาก (Hellawell 1986) ส่วนตัวอ่อนแมลง
ซีแพนขาวหนวดสั้นซึ่งในสหราชอาณาจักรระบุว่าเป็นแมลงที่มีความทนทานน้อยมากจึงให้คะแนน
เป็น 10 สำหรับในลำน้ำของพบตัวอ่อนของซีแพนขาววงศ์นี้ในบริเวณที่น้ำมีการปนเปื้อนจากอินทรีย์
สารไม่มากนัก จึงให้เป็น 8 คะแนน

กลุ่มมวน (Hemiptera) ในระดับวงศ์ย่อยคล้อยกับค่าคะแนนของ BMWF คือให้มีค่าเท่ากับ
5 คะแนน เพราะมวนแทบทุกวงศ์มีการกระจายทั่วๆ มวนเป็นกลุ่มสัตว์ที่อาศัยอยู่ในบริเวณผิวน้ำและ
บางชนิดอาศัยอยู่ในน้ำตามบริเวณริมน้ำใกล้ชายฝั่ง ดังนั้นจึงพบมากในการเก็บตัวอย่างด้วยสวิง (วิธี
เชิงคุณภาพ) เช่นเดียวกับตัวอ่อนแมลงปอ แต่พบน้อยหรือไม่พบเลยในละอองที่ได้จากการเก็บตัว
อย่างเชิงปริมาณในบริเวณที่น้ำลึก

กลุ่มแมลงปอ (Odonata) ตัวอ่อนแมลงปอ Coenagrionidae มีความทนทานค่อนข้างมาก
กระจายอยู่แทบทุกแหล่งน้ำจึงให้คะแนนเป็น 2 ต่างจากในสหราชอาณาจักรที่พบว่าตัวอ่อน
แมลงปอวงศ์นี้มีความทนทานปานกลาง ตัวอ่อนแมลงปอน้ำ (Libellulidae) และวงศ์
Platynemididae กระจายอยู่บางแหล่งน้ำให้คะแนนเป็น 6 ส่วนตัวอ่อนแมลงปอวงศ์อื่นๆมีการ
กระจายแทบทั่วๆไปให้คะแนนอยู่ในช่วง 7-8 คะแนน

ตัวอ่อนสโตนฟลาย (Stonefly) ซึ่งเป็นกลุ่มที่มักมีรายงานว่ามีความทนทานน้อยมากต่อการ
เปลี่ยนแปลงของสิ่งแวดล้อม แมลงต้นต้นนี้พบว่ามีจำนวนน้อยมากในแหล่งน้ำภาคตะวันออกของ
เหนือ โดยมักพบในลำธารบริเวณต้นน้ำซึ่งมีอุณหภูมิต่ำและมีพื้นที่อาศัยเป็นก้อนหินเท่านั้น ตัว
อ่อนแมลงวงศ์นี้พบในบริเวณลำน้ำของตอนบนคือจากบ้านนาน้อยจนถึงบ้านห้วยสาขหนึ่งเท่านั้น
แมลงวงศ์นี้มักพบในลำธารต้นน้ำตามเขตอุทยานแห่งชาติซึ่งเป็นแหล่งน้ำที่ไม่ถูกรบกวนหรือ
ถูกรบกวนน้อยจึงให้คะแนนเท่ากับ 10

ตัวอ่อนแมลงหนอนปลอกน้ำ (Trichoptera) เป็นวงศ์ประกอบด้วยสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังน้ำ
ลึกที่สำคัญกลุ่มหนึ่งในแหล่งน้ำจึงควรจะมีสมาชิกหลากหลายมากและมีเป็นจำนวนมากเช่นกัน ตัว
อ่อนแมลงหนอนปลอกน้ำที่พบว่าแตกต่างจากของสหราชอาณาจักรมากที่สุด วงศ์แมลงหนอนปลอก
น้ำเข็ม (Leptoceridae) ที่มีความทนทานน้อยมากในสหราชอาณาจักรคือมีคะแนนเท่ากับ 10 แต่
สามารถอาศัยอยู่ในแหล่งน้ำที่มีการปนเปื้อนจากสารอินทรีย์ของลุ่มน้ำทะเลใต้ในการศึกษาครั้งนี้ได้
ให้คะแนนเป็น 7 ตัวอ่อนแมลงหนอนปลอกน้ำวงศ์ (Polycentropodidae) ที่มีอัตราการกระจายค่อนข้าง
กว้างสามารถอาศัยในบริเวณที่มีการปนเปื้อนค่อนข้างมากได้ และตัวอ่อนของแมลงหนอน
ปลอกน้ำซึ่งไม่มีในเวชียของ BMWF/ASPT แต่มีความสำคัญในลำน้ำของมาก 2 วงศ์ คือ แมลง
หนอนปลอกน้ำเขาสั้น (Ecnomidae) และแมลงหนอนปลอกน้ำเขินพาส (Dipsectopsidae) ตัวอ่อน
ของแมลงหนอนปลอกน้ำทั้งสองวงศ์นี้พบว่าการกระจายทั่วๆมากลางคองอยู่ได้ในบริเวณที่น้ำมีการ

ปนเปื้อนมาก แต่ไม่พบในบริเวณที่มีการปนเปื้อนอย่างมากซึ่งมีเฉพาะหนองแดงและใช้เคื่อนน้ำ
 จัดอาศัยอยู่เท่านั้น ตัวอ่อนแมลงหนอนปลอกน้ำทั้งสามวงศ์นี้ได้ให้คะแนนเท่ากับ 4 คะแนน

สำหรับสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดินพบว่ากลุ่มที่มีความทนทานน้อยต่อการเปลี่ยนแปลง
 คุณภาพสิ่งแวดล้อมในลุ่มน้ำพองคือ ตัวอ่อนของแมลงชีปะขาว ตัวอ่อนแมลงสโตนฟลายและตัว
 ย่อนแมลงหนอนปลอกน้ำ หรือที่เรียกชื่อว่าแมลงกลุ่ม EPT หรือกลุ่ม ET เมื่อคัดตัวอ่อนแมลง
 สโตนฟลายออกเพราะมีจำนวนค่อนข้างน้อย (Sangpradub et al. 1996, 1997) ข้อสังเกตนี้ได้รับการ
 ยืนยันอีกครั้งเมื่อเกิดเหตุการณ์น้ำพองน้ำปลาหลายเมื่อวันที่ 5 ธันวาคม 2540 จากผลการตรวจสัตว์
 ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดินจากตะกอนในลุ่มน้ำพองวันที่ 8 ธันวาคม 2540 พบว่าในตะกอนก่อน
 บริเวณที่เกิดการปนเปื้อน ตัวอ่อนแมลงชีปะขาวกระโปง (*Coenra sp.*) ตัวอ่อนชีปะขาวกรามโค้ง
 (*Povilla sp.*) ตัวอ่อนหนอนปลอกน้ำเข็ม (*Leptocerus sp.*) ตัวอ่อนหนอนปลอกน้ำชาสั้น
 (*Ecnomus* sp.) และตัวอ่อนหนอนปลอกน้ำชาใบพาย (*Dipseudopsis sp.*) ร่วมกับสัตว์ชนิดอื่นๆ แต่
 หลังบริเวณที่เกิดการปนเปื้อน ไม่ปรากฏตัวอ่อนของแมลงชีปะขาวและตัวอ่อนแมลงหนอนปลอก
 น้ำแดง ในขณะที่พบว่าใช้เคื่อนน้ำจัด ตัวอ่อนแมลงสองปีก และกุ้งฝอยซึ่งอาศัยอยู่ได้ในแหล่งน้ำ
 บางบริเวณ (กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข 2541) ทั้งๆที่ตัวอ่อนของแมลงชีปะขาวและตัวอ่อน
 ของแมลงหนอนปลอกน้ำดังกล่าวมีเคยพบอยู่ในลุ่มน้ำนี้ตลอดปี (Sangpradub et al. 1996) และการ
 ดำรงชีวิตในกระดุกตาม พ.ศ. 2541 พบว่าตัวอ่อนของแมลงกลุ่มดังกล่าวมีกลับมามีชีวิตในเคื่อนน้ำ
 และคุณภาพน้ำบริเวณนั้นดีขึ้น นอกจากนี้การศึกษาผลของการเลี้ยงปลาในกระชังต่อโครงสร้างชุมชน
 สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดิน ผลเบื้องต้นพบว่าขณะที่มีการเลี้ยงปลาไม่ปรากฏตัวอ่อนแมลง
 ชีปะขาวและตัวอ่อนหนอนปลอกน้ำชาซึ่งอยู่ในตะกอนบริเวณกระชังปลาตลอด ในขณะที่บริเวณนอก
 กระชังปลามีสัตว์หน้าดินอาศัยอยู่ได้ และเมื่อมีการเลี้ยงปลาพบว่าตัวอ่อนแมลงหนอนปลอกน้ำ
 ชาใบพาย *Dipseudopsis sp.* เข้ามายาศัยอยู่ได้ (บุญเสถียร บุญสูง การศึกษาค้นคว้า) เหตุการณ์ทั้ง
 สองกรณีนี้ช่วยยืนยันได้ว่าตัวอ่อนแมลงชีปะขาวและตัวอ่อนแมลงหนอนปลอกน้ำมีความทนทาน
 น้อยต่อการเปลี่ยนแปลงของสิ่งแวดล้อมในแหล่งน้ำ และตามารณำสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้า
 ดินมาใช้ร่วมในการประเมินหรือติดตามคุณภาพแหล่งน้ำจัดได้ นอกจากนี้มีข้อสังเกตว่า ตัวอ่อน
 ของแมลงหนอนปลอกน้ำชาใบพาย *Dipseudopsis sp.* และตัวอ่อนแมลงหนอนปลอกน้ำชาสั้น
Ecnomus sp. มีแนวโน้มที่จะเป็นตัวบ่งชี้ประจำถิ่น (Local Bioindicator) ของลุ่มน้ำพองเนื่องจาก
 เป็นสัตว์กลุ่มแรกที่มีปรากฏตัวอีกเมื่อสภาพแวดล้อมเริ่มฟื้นตัวภายหลังจากที่หายไปเมื่อสภาพ
 แวดล้อมเลวลง ซึ่งจะสามารถกล่าวได้อย่างแน่นอนหลังจากการวิจัยเรื่องผลของการเลี้ยงปลาใน
 กระชังต่อโครงสร้างสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดินของนายบุญเสถียร บุญสูง นักศึกษาชั้นปีที่ 4
 ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่นเสร็จสิ้นลง

เมื่อพิจารณาการจัดจำแนกคุณภาพสิ่งแวดล้อมของแหล่งน้ำด้วยดัชนีน้ำพอง จะพบว่า
 สำหรับบริเวณที่มีคุณภาพดีมากมีค่าดัชนีค่อนข้างต่ำ คือตั้งแต่ 6.5 ขึ้นไป ทั้งนี้เนื่องจากค่าคะแนน

น้ำพองได้มาจากอรรถพิจารณาสัตว์ระดับวงศ์ ซึ่งในระดับวงศ์นี้เป็นช่วงที่กว้างเนื่องจากสัตว์วงศ์เดียวกันบางชนิดจะมีความทนทานต่ำมาก ส่วนบางชนิดจะมีความทนทานมากกว่า เช่น ตัวอ่อนแมลงหนอนปลอกน้ำจืด วงศ์ Ecnomidae มีการกระจายตั้งแต่ในแหล่งน้ำที่มีความสะอาดมาก ๆ เช่นในลำธารภูเขาจนถึงแหล่งน้ำบริเวณที่มีการปนเปื้อนมากในลำน้ำพอง ตัวอ่อนแมลงหนอนปลอกน้ำจืดในพายุ วงศ์ Dipseudopsidae ตัวอ่อนแมลงชีปะขาวเข้ (Baetidae) และตัวอ่อนแมลงชีปะขาวกระโปรง (Caenidae) ทั้งสามวงศ์ที่มีการกระจายกว้างเช่นเดียวกัน สัตว์ทั้งสี่วงศ์นี้จะมีค่าคะแนนที่ต่ำคืออยู่ในช่วง 3-4 คะแนน นอกเหนือจากตัวอย่างที่ได้กล่าวแล้วยังมีตัวอ่อนแมลงหลายวงศ์ที่มีการกระจายกว้างเช่นเดียวกันจึงทำให้ค่าคะแนนรวมค่อนข้างต่ำ เพราะถึงแม้จะเป็นแหล่งน้ำในเขตต้นน้ำลำธารก็จะใช้ค่าคะแนนเดียวกันสำหรับสัตว์วงศ์เดียวกัน แม้ว่าดัชนีน้ำพองจะมีค่าค่อนข้างต่ำเมื่อจัดจำแนกแหล่งน้ำที่มีคุณภาพสิ่งแวดล้อมที่ดีก็ตาม พบว่าดัชนีสามารถจัดจำแนกคุณภาพน้ำในช่วงลำน้ำพองส่วนล่างซึ่งมีมลภาวะได้ โดยสามารถแยกบริเวณที่มีการปนเปื้อนของสารอินทรีย์สูงมาก บริเวณที่มีการปนเปื้อนของสารอินทรีย์มาก และบริเวณมีการปนเปื้อนของสารอินทรีย์ไม่มากนักออกจากกันได้ คือในแหล่งน้ำบริเวณที่สกปรกมากหรือมีการปนเปื้อนอย่างมากสัตว์ที่พบจะเป็นไส้เดือนน้ำจืด หนอนแดง ตัวอ่อนวันน้ำกรวย และตัวอ่อนวันเข้ ซึ่งมีคะแนนอยู่ในช่วง 1-3 คะแนน ค่าดัชนีจะอยู่ในช่วง 1-2.5 ในขณะที่บริเวณที่มีการปนเปื้อนน้อยกว่าจะพบสัตว์ที่กล่าวมาแล้วร่วมกับตัวอ่อนแมลงชีปะขาวกระโปรง (Caenidae) ชีปะขาวเข้ (Baetidae) แมลงหนอนปลอกน้ำจืด (Ecnomidae) และแมลงหนอนปลอกน้ำจืดในพายุ (Dipseudopsidae) เป็นต้น สัตว์เหล่านี้มีคะแนนอยู่ในช่วง 4-5 คะแนน ทำให้ดัชนีมีค่าสูงขึ้นมานี้ก็น้อยจึงสามารถจัดจำแนกอยู่ตามกลุ่มได้

ดัชนี Q ได้มาจากการแบ่งกลุ่มสัตว์ที่พบกระจายในลำน้ำพองโดยอาศัยหลักการดังกล่าวก่อนกับการกำหนดค่าคะแนนน้ำพอง การจัดจำแนกแหล่งน้ำบริเวณสถานีต่างๆของลำน้ำพองด้วยดัชนีทั้งสองให้ผลที่ใกล้เคียงกัน ดัชนีน้ำพองกับดัชนี Q มีความสัมพันธ์กันสูงมากถึงร้อยละ 96.6 ทั้งดัชนีน้ำพองและดัชนี Q ต่างมีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญกับปริมาณออกซิเจนละลาย (DO) และค่า BOD โดยมีความสัมพันธ์กับค่า DO มากกว่า คือประมาณ ร้อยละ 70 ทั้งดัชนีน้ำพองและดัชนี Q ต่างให้ผลเป็นระบบ BMWP/ASPT ที่นิยามไว้ในหลายประเทศว่าวัดสมรรถนะการอินทรีย์ (Murphy 1978, Barga et al. 1990, Rezzato and Piemangolo 1993) ถึงแม้ว่าผลการจัดจำแนกคุณภาพน้ำทางชีวภาพด้วยดัชนีทั้งสองให้ผลที่ใกล้เคียงกันก็ตาม แต่ดัชนี Q สามารถจัดจำแนกในช่วงระหว่างคุณภาพระดับหนึ่งกับอีกระดับหนึ่งได้ ซึ่งทำให้สามารถจำแนกย่อยขึ้น เช่นในลำธารของอุทยานแห่งชาติภูกระดึงเมื่อจัดจำแนกด้วยดัชนีน้ำพองจะอยู่ในระดับที่มีคุณภาพน้ำดี แต่เมื่อจัดจำแนกด้วยดัชนี Q บางลำธารถูกจัดจำแนกเป็นระดับ Q2-Q1 ในขณะที่ลำธารส่วนมากได้รับการจัดจำแนกเป็นระดับ Q1 ที่แสดงว่ามีคุณภาพน้ำดี การที่บางลำธารถูกจัดจำแนกในระดับ Q2-Q1 นั้นเนื่องจากมีพืชชั้นล่างของลำน้ำที่ความทนทานได้น้อยมากกับกลุ่มสัตว์ที่มีความทนทาน

น้อยแล้ว ถ้าสารดังกล่าวนี้มีกลุ่มสัตว์ที่มีความทนทานน้อยจำนวนมากกว่ากลุ่มสัตว์ที่มีความทนทานน้อยมาก จึงควรอยู่ในระดับ Q2 และจากการที่ช่วงนี้มีกลุ่มสัตว์ที่มีความทนทานน้อยมากเป็นจำนวนมากจึงยาก คือเกือบเป็นระดับ Q1 จึงได้จัดจำแนกให้อยู่ระหว่าง Q1 และ Q2 แต่สำหรับบางสายที่กลุ่มสัตว์ที่มีความทนทานน้อยมากมีจำนวนมากกว่ากลุ่มสัตว์ที่มีความทนทานน้อยจะจัดจำแนกเป็น Q1 ในขณะที่การใช้ดัชนีน้ำพองนั้นถือหลักการการให้คะแนนแก่สัตว์ที่พบโดยไม่คำนึงว่าสัตว์จะค่านั้นจะมีจำนวนเท่าไร ดังนั้นในสารทั้งสองกรณีดังกล่าวแล้วนี้เมื่อใช้ดัชนีน้ำพองจะจัดจำแนกอยู่ในระดับเดียวกันคือ คุณภาพน้ำดีมาก

เมื่อเปรียบเทียบข้อดีและข้อด้อยของดัชนีน้ำพองกับดัชนี Q พบว่าทั้งสองดัชนีนี้ต้องการความรู้ของกรมวิธานระดับวงศ์และใช้สัตว์เฉพาะวงศ์ที่พบน้อย ข้อดีของดัชนีน้ำพองคือ มีค่าเป็นตัวเลขซึ่งสามารถแปลผลเข้าใจได้ง่าย ส่วนดัชนี Q นั้นในบางครั้งสัดส่วนของสัตว์แต่ละกลุ่มไม่เป็นไปตามที่ได้กำหนดไว้ คืออาศัยการพิจารณาตัดสินใจว่าพบอยู่ในระดับใด และสัตว์กลุ่มที่ 5 ซึ่งเป็นกลุ่มที่มีความทนทานมากที่สุดนั้นในบางครั้งจะมีจำนวนตัวมากกว่าสัตว์กลุ่มอื่นๆ ในการพิจารณาสัดส่วนของสัตว์กลุ่มต่างๆ จึงอาจตัดสินสัดส่วนของสัตว์กลุ่มนี้ออกไปได้ซึ่งจะทำให้การพิจารณาง่ายขึ้น ส่วนข้อดีของดัชนี Q คือ สามารถจัดจำแนกได้ละเอียดกว่าในกรณีที่มีส่วนประกอบของสัตว์คล้ายคลึงกันเพราะจะนำจำนวนตัวเข้ามาพิจารณาด้วย

ดัชนีน้ำพองและดัชนี Q สามารถใช้จัดจำแนกแหล่งน้ำในลำน้ำทะเลได้ หากจะนำไปใช้ในด้านน้ำจืดอื่นๆ ของประเทศไทยยังต้องการการทดสอบและวิจัยอีกมากเพราะสัตว์ในลำน้ำอื่นๆ แม้จะเป็นสัตว์ในวงศ์เดียวกันก็จะมีชนิดที่แตกต่างกันออกไปบ้างซึ่งต้องมีการปรับค่าคะแนนหรือจัดกลุ่มสัตว์ให้เหมาะสมกับสัตว์ที่พบในลำน้ำเหล่านั้นๆ ซึ่งในต่างประเทศจะมีการวิจัยพร้อมเพรียงกันในแหล่งน้ำจืดประเทศเพื่อนบ้านซึ่งความรู้ที่เป็นประโยชน์ของประเทศไทยนั้นๆ ไปปรับจนกระทั่งสามารถให้ระบบเดียวกันทั่วประเทศได้

ทั้งดัชนีน้ำพองและดัชนี Q ต่างได้มาจากตัวอย่างสัตว์ที่เก็บตัวอย่างด้วยวิธีเชิงปริมาณคือการเก็บด้วยอุปกรณ์จำพวก Surber sampler และ Ekman grab ซึ่งค่อนข้างยุ่งยากในบริเวณที่มีระดับน้ำลึกเพราะต้องอาศัยเรือเป็นพาหนะ จึงไม่สะดวกนักเมื่อเทียบกับวิธีการเก็บตัวอย่างซึ่งคุณภาพถือการใช้สวิง ซึ่งวิธีนี้สามารถเก็บตัวอย่างสัตว์ที่อาศัยอยู่บริเวณผิวน้ำและบริเวณใกล้ฝั่งได้ สัตว์ที่ได้จากการเก็บตัวอย่างวิธีนี้ส่วนมากจะเป็นสัตว์ชั้นแมลงปอและมวน ซึ่งจากการวิเคราะห์เบื้องต้นพบว่าความรู้ระดับวงศ์ยังไม่พอเพียงเนื่องจากในมวนและด้วงชั้นแมลงปอแต่ละวงศ์มีการกระจายที่กว้างมากคือพบได้ในพื้นที่น้ำจืดไปแต่จากการสังเกตพบว่าในแต่ละแหล่งน้ำมีมวนและด้วงชั้นแมลงปอต่างชนิดกัน คาดว่าจะสามารถนำมาใช้ในการจัดจำแนกคุณภาพแหล่งน้ำได้เช่นกันซึ่งต้องอาศัยผลการวิจัย และจากการศึกษาน้ำจืดที่อาศัยอยู่ของมวนในอุทยานแห่งชาติน้ำหนาวพบว่ามวนแต่ละชนิดมีการกระจายในแหล่งที่อยู่แตกต่างกัน (ศิริพร แซ่สง 2540) ดังนั้นการที่จะนำมวน

หรือคิวอ่อนแมลงปอนำใช้ต้องอาศัยความรู้ของกรมวิธานระดับสูงหรือชนิดซึ่งมีเจ้าหน้าที่ต้องการ
การวิจัยต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณสำนักงานกองทุนการวิจัย และมหาวิทยาลัยขอนแก่นที่สนับสนุนทุนการวิจัย

เอกสารอ้างอิง

กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข, 2541; รายงานฉบับสมบูรณ์ผลกระทบน้ำท่วมที่ตายในแม่น้ำ
พยอมเมื่อวันที่ 5 ธันวาคม 2540.

ศิริพร แสงสง 2540; ความหลากหลายของแมลงน้ำจืดในลำห้วยพญานาคและลำห้วยพรมแดงอุทยาน
แห่งชาติน้ำหนาว รายงานวิชาโครงการวิจัย ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

Armitage, P.D., Moss, D., Wright, J.F. and Furse, M.T., 1983; The Performance of a New
Biological Water Quality Score System Based on Macroinvertebrates over a Wide Range of
Unpolluted Running-Water Sites, *Water Research*, 17, 333-347.

Bargon, T., Mesanza, J.M., Basaguren, A. and Orive, E., 1990; Assessing River Water Quality by
Means of Multifactorial Methods Using Macroinvertebrates: A Comparative Study of Main
water Courses of Biscay, *Water Research*, 24, 1-10.

Murphy, P.M., 1978; The Temporal Variability in Biotic Indices, *Environmental Pollution*, 17,
227-236.

Rossaro, B.R. and Fictrangelo, A., 1993; Macroinvertebrate Distribution in Streams: A
Comparison of CA Ordination with Biotic Indices, *Hydrobiologia*, 263,109-118.

Sangpradub, N., Inmuong, Y., Hanjavanit, C. and Inmuong, U., 1996; *A Correlation Study between Freshwater Benthic Macroinvertebrate Fauna and Environmental Quality Factors in Nam Pong Basin Thailand Part I*, A Research Report to The Thailand Research Fund.

Sangpradub, N., Inmuong, Y., Hanjavanit, C. and Inmuong, U., 1997; *A Correlation Study between Freshwater Benthic Macroinvertebrate Fauna and Environmental Quality Factors in Nam Pong Basin Thailand Part II*, A Research Report to The Thailand Research Fund.

ความหลากหลายของตัวเต็มวัยแมลงชีปะขาว แมลงสโตนฟลาย
และแมลงหนอนปลอกน้ำในถ้ำน้ำพอง
Diversity of Ephemeropteran Plecopteran and Trichopteran adults
in the Pong Catchment

บทคัดย่อ

ตัวเต็มวัยของแมลงชีปะขาว แมลงสโตนฟลายและแมลงหนอนปลอกน้ำในถ้ำน้ำพองถูกเก็บโดยใช้กับดักแสงไฟหลอดดูดทรายไวโวลเลต ในเดือนมีนาคมและเมษายน พ.ศ. 2541 พบตัวเต็มวัยของแมลงชีปะขาว 6 วงศ์ 16 ชนิด แมลงหนอนปลอกน้ำ 8 วงศ์ 28 ชนิด ส่วนแมลงสโตนฟลายพบ 1 ชนิด การตรวจสอบเอกลักษณ์ส่วนมากได้มีระดับวงศ์ 84%

คำนำ

สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดินที่พบในตะกอนท้องน้ำของถ้ำน้ำพองส่วนมากเป็นตัวอ่อนแมลงน้ำกว่าร้อยละ 90 เนื่องจากยังไม่มีรูปวิธานสำหรับตัวอ่อนของตัวอ่อนแมลงน้ำสำหรับประเทศไทยทำให้การตรวจสอบเอกลักษณ์ตัวอ่อนเป็นไปที่ยากลำบาก ส่วนมากสามารถทำได้ถึงระดับวงศ์ ซึ่งผลการศึกษาในถ้ำน้ำพองพบว่า ระดับวงศ์นี้สามารถแสดงความสัมพันธ์กับคุณภาพของแหล่งน้ำอย่างมาก อย่างไรก็ตามตัวอ่อนของแมลงบางชนิดมีการกระจายที่กว้างมาก หากสามารถระบุสกุลหรือชนิดได้จะสามารถพิจารณาความเกี่ยวเนื่องกับคุณภาพของแหล่งน้ำได้แม่นยำกว่าระดับวงศ์ เนื่องจากขณะนี้ยังไม่สามารถระบุชนิดจากระยะตัวอ่อนได้ จึงต้องมีการศึกษาตัวเต็มวัยของแมลงเหล่านี้เพื่อให้ทราบว่าชนิดใด แต่ระดับการกระจายของตัวเต็มวัยอาจกว้าง และเพื่อใช้วัดความสัมพันธ์ระหว่างตัวเต็มวัยกับตัวอ่อนซึ่งจะทำให้สามารถระบุชนิดของตัวอ่อนได้ในที่สุด

วัตถุประสงค์

เพื่อหาความหลากหลายของตัวเต็มวัยแมลงน้ำ 3 อันดับ คือ แมลงชีปะขาว (Ephemeroptera) แมลงสโตนฟลาย (Plecoptera) และแมลงหนอนปลอกน้ำ (Trichoptera) ในบริเวณถ้ำน้ำพอง

อุปกรณ์และวิธีการศึกษา

ตัวเต็มวัยของแมลงน้ำ ๗ ชนิดต่างๆ ของกลุ่มน้ำทองถูกเก็บในเดือนมีนาคมและเมษายน 2541 ซึ่งเป็นช่วงฤดูกาลที่มีรายงานว่ามีแมลงน้ำตัวเต็มวัยมากในประเทศไทย (Chantermongkol และคณะ 1998) และประเทศฮ่องกง (Dudgeon 1988, 1989a, 1989b) โดยการใช้กับลึกลงไฟ หลอดอัลตราไวโอเลตในแต่ละสถานีเป็นระยะเวลา 12 ชั่วโมง ตั้งแต่ เวลา 18.00 – 06.00 นาฬิกา ตัวอย่างที่ได้นำมาเลือกเฉพาะตัวเต็มวัยของแมลงน้ำปะขาว แมลงสโตนฟลายและแมลงหนอนปลอกน้ำ คอจะตัวอย่างแมลงที่ได้ด้วยเทคนิคแอลกอฮอล์ความเข้มข้นร้อยละ 70 หลังจากนั้นนำมาตรวจแยกลักษณะภายใต้กล้องจุลทรรศน์สเตอริโอถึงระดับอนุกรมวิธานต่ำสุดเท่าที่ทำได้

ผลการศึกษา

จากตัวอย่างทั้งหมดพบตัวเต็มวัยของแมลงสโตนฟลายเพียง 1 ตัวเป็นตัวยาวและไม่สามารถตรวจแยกลักษณะได้ ตัวเต็มวัยของแมลงน้ำปะขาวและแมลงหนอนปลอกน้ำ พบรวมทั้งสิ้น 14 วงศ์ 44 ชนิด รายละเอียดดังนี้คือ

แมลงน้ำปะขาว (อันดับ Ephemeroptera) พบทั้งสิ้น 6 วงศ์ 16 ชนิด

1. วงศ์ Baetidae พบ 4 ชนิด

Acentrella sp.

Glocon sp.

Proclon sp. และ ไม่สามารถระบุสกุลได้ อีก 1 ชนิด

2. วงศ์ Caenidae พบ 2 ชนิด คือ

Caenis sp.1 และ *Caenis* sp.2

3. วงศ์ Ephemeridae พบ 2 ชนิด คือ

Hexagenia sp. และ *Ephemeria* sp.

4. วงศ์ Heptageniidae พบ 1 ชนิด ไม่สามารถระบุสกุลได้

5. วงศ์ Leptophlebiidae พบ 4 ชนิด คือ

Choroterpes sp.1

Choroterpes sp.2

Thraulodes sp.1

Thraulodes sp.2

6. วงศ์ Polymitariidae พบ 3 ชนิดคือ

Povilla sp.

Tortopus sp. และ ไม่สามารถระบุสกุลได้ 1 ชนิด

แมลงหนอนปลอกน้ำ (อันดับ Trichoptera) พบ 8 วงศ์ 28 ชนิด

1. วงศ์ Helicoverchiidae พบ 1 ชนิดคือ

Helicoverche sp.

2. วงศ์ Hydropsilidae พบ 4 ชนิดคือ

Hydropsila sp.1

Orthotrichia sp.1

Orthotrichia sp.1 และ ไม่สามารถระบุสกุลได้ 1 ชนิด

3. วงศ์ Hydropsychidae พบ 6 ชนิดคือ

Cheumatopsyche chariter

Hydropsyche sp.

Macrostemum sp.

Oestropsyche sp.

Polymorphantus nigricornis

Synaptopsyche

4. วงศ์ Leptoceridae พบ 12 ชนิดคือ

Leptocerus sp.1

Leptocerus sp.2

Leptocerus sp.3

Leptocerus sp.4

Leptocerus sp.5

Ocetis sp.1

Ocetis sp.2

Ocetis sp.3

Ocetis sp.4

Ocetis sp.5

Myiaculus sp.

Setodes sp.

5. วงศ์ Limnephilidae พบ 1 ชนิดคือ
Leptophylax sp.
6. วงศ์ Polycentropodidae พบ 1 ชนิด ไม่สามารถระบุสกุลได้
7. วงศ์ Psychomyiidae พบ 2 ชนิด
Tinodes sp. และ ไม่สามารถระบุสกุลได้ 1 ชนิด
8. วงศ์ Uloidae พบ 1 ชนิด ไม่สามารถระบุสกุลได้

วิจารณ์ผลการศึกษา

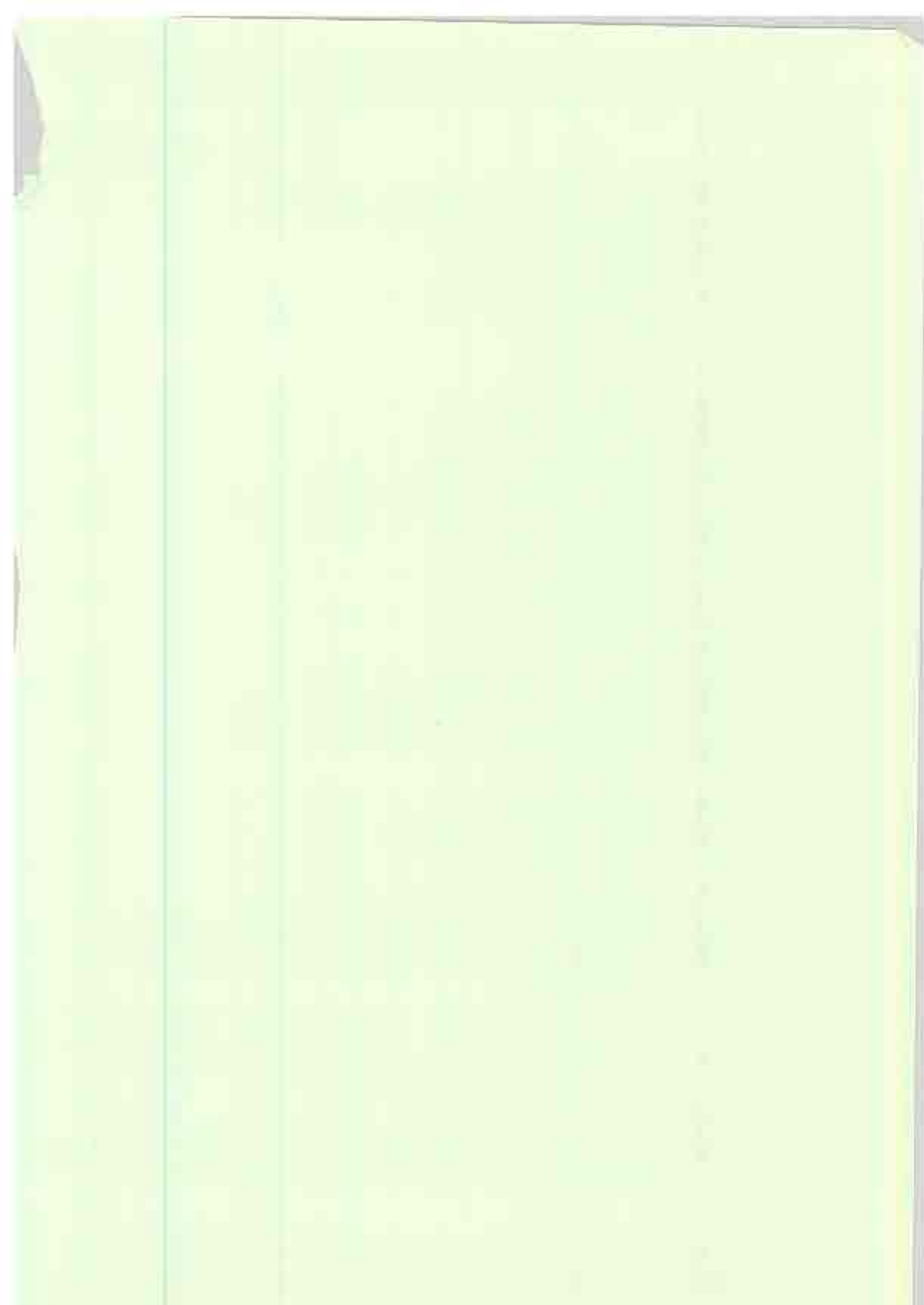
จำนวนวงศ์และชนิดของตัวเต็มวัยแมลงชีปะขาว แมลงสโตนฟลายและแมลงหนอนปลอกน้ำที่ได้นี้ไม่แตกต่างจากตัวอ่อน แมลงชีปะขาวพบตัวเต็มวัย 6 วงศ์ 16 ชนิด ตัวอ่อนพบ 6 วงศ์ 19 ชนิด แมลงสโตนฟลายพบตัวเต็มวัย 1 ชนิด ตัวอ่อนพบ 1 วงศ์ 2 ชนิด และแมลงหนอนปลอกน้ำพบตัวเต็มวัย 8 วงศ์ 23 ชนิด ส่วนตัวอ่อนพบ 13 วงศ์ 26 ชนิด (Sangpradub และคณะ 1996) แต่ส่วนประกอบของแมลงแต่ละวงศ์แตกต่างกัน เช่น แมลงหนอนปลอกน้ำวงศ์ Leptoceridae พบตัวอ่อน 3 สกุล 3 ชนิด ตัวเต็มวัยพบ 4 สกุล 12 ชนิดเป็นต้น ปัจจุบันยังไม่ทราบวงจรชีวิตของแมลงเหล่านี้ในประเทศไทยว่ามีช่วงเดือนใดที่จะเป็นตัวเต็มวัย แต่ส่วนมากจะพบมากในช่วงฤดูร้อน (Chantaramongkol และคณะ 1993) ตัวเต็มวัยของแมลงชีปะขาวที่พบส่วนมากเป็นระยะ subimago และเป็นตัวเมียทำให้ไม่สามารถระบุชนิดได้แน่ชัด เช่นเดียวกับกับแมลงหนอนปลอกน้ำพบตัวเมียมากกว่าตัวผู้เช่นกัน จากการนำตัวอ่อนระยะสุดท้ายของแมลงชีปะขาวและแมลงหนอนปลอกน้ำมาเลี้ยงในห้องปฏิบัติการเพื่อให้ออกกราบเป็นตัวเต็มวัย ซึ่งจะช่วยให้สามารถระบุชนิดและหาความเกี่ยวเนื่องระหว่างตัวอ่อนและตัวเต็มวัยได้ ไม่ประสบความสำเร็จเนื่องจากตัวอ่อนไม่สามารถมีชีวิตอยู่ได้ในห้องปฏิบัติการ แมลงชีปะขาวตัวอ่อนและตัวเต็มวัยพบเป็นวงศ์เดียวกัน ส่วนแมลงหนอนปลอกน้ำพบว่ามี 2 วงศ์ที่ไม่เคยพบตัวอ่อนคือ วงศ์ Limnephilidae และวงศ์ Uloidae ซึ่งเป็นไปได้ว่าอาจเป็นตัวเต็มวัยในแหล่งน้ำนิ่งใกล้บริเวณพื้นที่บึงมหาแสงไฟที่เปิดตัว แมลงหนอนปลอกน้ำวงศ์ Leptoceridae พบมากถึง 12 ชนิด แมลงหนอนปลอกน้ำวงศ์นี้มีการกระจายค่อนข้างกว้าง ดังนั้นถ้าสามารถแยกสกุลหรือชนิดได้ว่าอาศัยอยู่ในสิ่งแวดล้อมเช่นไร จะช่วยให้สามารถทำนายสุขภาพของแหล่งน้ำได้จากสัตว์ที่พบ ตัวอ่อนแมลงหนอนปลอกน้ำ 2 วงศ์ที่พบว่ามีค่าความสำคัญค่อนข้างมากในลำน้ำของบริเวณที่มีการปนเปื้อนของสารอินทรีย์มากคือ วงศ์ Ecnomidae และวงศ์ Dipseudopsidae การเก็บตัวเต็มวัยครั้งนี้ไม่พบ ทั้งนี้เนื่องจากระยะเวลาที่เก็บตัวอย่างไม่ตรงกับเวลาเป็นตัวเต็มวัยของแมลงทั้งสองนี้ การศึกษาครั้งนี้ยังไม่สมบูรณ์ ต้องมีการศึกษาวิจัยต่อไปอีก ซึ่งใช้เวลาเพราะจะเป็นการสะสมองค์ความรู้อย่างจริงจังจนกระทั่งสามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้ในเวลาต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณขอขอบคุณท่านักงานกองทุนการวิจัย และมหาวิทยาลัยขอนแก่นที่สนับสนุนทุนการวิจัย

เอกสารอ้างอิง

- Chantaramongkol, P., McQuillan, P. and Promkatkaew, S., 1998; *PA17N Analysis of Light Trapping Trichoptera Data from Huay Koo Kaew Stream, Chiang Mai Zoo, Doi Suthep, Thailand*, Abstracts in the 9th International Symposium on Trichoptera, Chiang Mai, Thailand, 5-10 January 1998.
- Dudgeon, D. 1988; Flight Periods of Aquatic Insects from a Hong Kong Forest Stream I. Macronematinae (Hydropsychidae) and Stenopsychidae (Trichoptera), *Aquatic Insects*, 10: 39-53.
- Dudgeon, D. 1989a; Life Cycle, Production, Microdistribution and diet of the damselfly *Euphaea decorata* (Odonata: Euphaeidae) in a Hong Kong Forest Stream, *Journal of Zoology London*, 217, 57-72.
- Dudgeon, D. 1989b; Gomphid (Odonata: Anisoptera) Life Cycle and Production in a Hong Kong Forest Stream, *Archiv fur Hydrobiologie*, 114, 531-536.
- Sangpradub, N., Inmoung, Y., Hanjavanit, C. and Inmuong, U., 1996; *A Correlation Study between Freshwater Benthic Macroinvertebrate Fauna and Environmental Quality Factors in Nam Pong Basin Thailand Part I Distribution and Community Structure of Macroinvertebrate Analyses*, A Research Report to The Thailand Research Fund.



รูปวิธานเบื้องต้นระดับอันดับของตัวอ่อนแมลงน้ำและระดับวงศ์ของตัวอ่อน แมลงน้ำบางกลุ่มในประเทศไทย

Preliminary Keys to Order and to Family of Selected Order of Immature Aquatic Insects of Thailand

บทคัดย่อ

รูปวิธานเบื้องต้นระดับอันดับของตัวอ่อนแมลงน้ำ รูปวิธานเบื้องต้นระดับวงศ์ของตัวอ่อน
แมลงน้ำปะขาว แมลงสาบ โคนฟลาย และแมลงหนอนปลอกน้ำของประเทศไทย สร้างจากลักษณะสัณ
ฐานวิทยาของตัวอ่อนแมลงน้ำที่พบในประเทศไทย รูปภาพประกอบในรูปวิธานวาดจากตัวอย่าง
จริง โดยอาศัยกล้องจุลทรรศน์สำหรับวาดภาพ

บทนำ

ตัวอ่อนของแมลงน้ำมีความสัมพันธ์กับคุณภาพน้ำมาก แต่ยังไม่มีการนำตัวอ่อนแมลงน้ำ
มาใช้ประโยชน์ทางด้านการเฝ้าระวังคุณภาพน้ำและคุณภาพสิ่งแวดล้อมในประเทศไทยอย่างเป็น
ทางการ ทั้งนี้เพราะขาดความรู้พื้นฐานของนิเวศวิทยา จากผลการวิจัย เรื่องความสัมพันธ์ระหว่างตัวไม่
มีกระดูกสันหลังน้ำจืดกับปัจจัยคุณภาพสิ่งแวดล้อมในลุ่มน้ำทอง พบความจริงว่านอกเหนือจาก
ตัวไม่มีการกระดูกสันหลังกลุ่ม ไดโคเนน่าจิณแล้วตัวอ่อนแมลงน้ำมีความสัมพันธ์กับคุณภาพน้ำเป็น
อย่างมาก ดังนั้นเราควรมีการสร้างรูปวิธานของตัวอ่อนแมลงน้ำสำหรับผู้ไม่มีความรู้ด้านกีฏวิทยา ก็
ทำให้สามารถนำความรู้ด้านตัวอ่อนของแมลงน้ำมาใช้ประโยชน์ด้านต่างๆ ได้

อุปกรณ์และวิธีการศึกษา

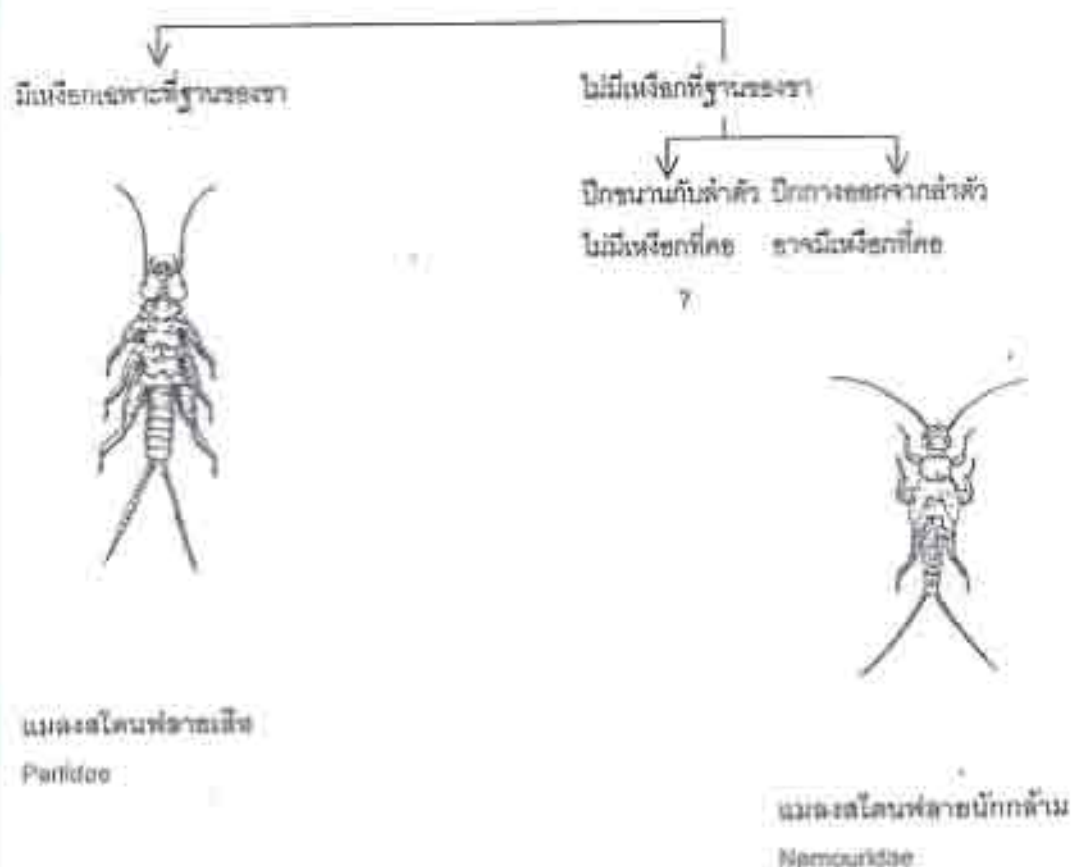
ตัวอย่างของตัวอ่อนแมลงน้ำจากการเก็บตัวอย่างในลุ่มน้ำทอง จากลำธารในอุทยานแห่ง
ชาติน้ำหนาว อุทยานแห่งชาติภูกระดึง และอุทยานแห่งชาติภูพาน ในระดับอันดับถูกนำมาเปรียบ
เทียบลักษณะสัณฐานวิทยา เพื่อสร้างรูปวิธานเบื้องต้นระดับอันดับ รูปภาพประกอบรูปวิธานวาด
ภายใต้กล้องจุลทรรศน์สเตอริโอ โดยใช้กล้องถ่ายภาพ (camera lucida)

สร้างรูปวิธานเบื้องต้นระดับวงศ์ของตัวอ่อนแมลงน้ำปะขาว แมลงสาบ โคนฟลาย และแมลง
หนอนปลอกน้ำ จากตัวอย่างตัวอ่อนแมลงน้ำระดับอันดับดังกล่าวที่เก็บจากลำธารต่างๆดังกล่าวข้างต้น โดย
ใช้หลักการเช่นเดียวกับการสร้างรูปวิธานระดับอันดับ

รูปวิธานเบื้องต้นอันดับของตัวอ่อนแมลงน้ำในประเทศไทย



รูปวิธานเบื้องต้นระดับวงศ์ของตัวอ่อนแมลงสโตนฟลายของประเทศไทย



รูปวิธานนี้ยังไม่สมบูรณ์นัก เนื่องจากมีตัวระหว่างของตัวอ่อนน้อย

