

yielded results that partly inspire confidence among university administrators. In addition? the education budgets and regulations are constructed in such a way that cuts cannot be easily commdated, nor funds switched to other purposes. High proportion of the budget goes to paying the salaries of university personnel. The rest goes towards constructing and maintaining university building. Only a very small percentage is available for high cost information technology.

Another problem of information technology that results, as a consequence after installing the technology is technical problem. New Information technology is not free from technical problems, and technical problems in any new information technology for education, is usually possible, at a cost. The technology that are offered to us are not indefinitely reliable, adaptable and flexible. Technical support is necessary

The purpose of education is. to change people to a better quality of life. Educators want people especially young people to turn out differently from what they would be if left to themselves. If we look at education as a system of changing people to the ultimate goal of education, then university administrators employ educational technology in order to help students achieving the goal of education. Then educational technology is kind of rational problem solving approach to education. It is a way of thinking systematically about teaching and learning, We can not change our style of living, nor we can resist the advance of technology. Anyway, the technology that we chose have to be considered very carefully not only in the aspect of education, but also in aspect of economies and politics, including the problems that might arise from the technology.

Reference

1. Hocking, Joan. "The Computer in Higher Education" *Educational Technology*. (August 1985), pp.19—23
2. Hawkrige, D. "New Information Technology in Education. Croom Helm, London & Canberra. 1983.
3. Murdick, R.G., and J.E. Ross. "Introduction to Management Information Systems." Prentice Hall, Englewood Cliff, New Jersey. 1977.
4. Rowntree, O. "What is Educational Technology.". The Open University Institute of Educational Technology, Milton Keynes. 1973.
5. Wittich, W.A., and C.F. Schuller. "Instructional Technology Its Nature and Use." Harper & Row, New York. 1973.

DECOMPOSITION OF EMERGENT MACROPHYTES IN A WISCONSIN MARSH

HYDROBIOLOGIA. 1980. 72 : 231 - 242

DECOMPOSITION OF EMERGENT MACROPHYTES IN A WISCONSIN MARSH

Piboon Purveth

Department of Botany, University of Wisconsin-Milwaukee

Present address: Department of Biology, Rajabhat University,
Bangkok 24, Thailand

Key words: Decomposition, emergent macrophytes, Typha, Sparganium, Scirpus,
nutrient loss, antibiotics, sterilization, marsh.

Abstract

Losses of dry weight, N, P, Ca, and Mg from emergent macrophyte litter in Theresa Marsh were studied during September 18, 1977 to August 31, 1978. Dry weight remains of shoot litter of Typha latifolia, Sparganium eurycarpum, Scirpus fluviatilis in the marsh after 348 days were 47.5, 26.9, 51.4 % respectively, and for the root-rhizome litter were 59.1, 42.1, 27.8 % (Scirpus > Sparganium > Typha). Under controlled conditions, the rates of dry weight loss of Typha leaves at 18 °C in both artificial and distilled water were significantly faster than those at 10 °C; weight losses in distilled water were faster than those in artificial water at both temperature levels. Sterilized and antibiotic treated Typha leaves showed relatively stable dry weight after leaching loss in the first two weeks. Initial weight, N, P, Ca, and Mg losses resulted chiefly from leaching. These elements accumulated in spring and summer; N exhibited the highest accumulation (about three times the initial content in the shoot litter). In the laboratory, N accumulation occurred within 15 days, as a result of microorganisms inhabiting the litter. There were no significant increase in C and N in sterilized leaves, while increases in the controls of both antibiotic and sterilization experiment fluctuated between 38.9 - 47.9 % (C) and 39.1-43% dry

weight(N). N increases in antibiotic treatment probably resulted from adsorption of antibiotics. Increases in P,Ca,Mg in later stage of decomposition were attributed to microorganisms, epiphytes, and precipitation from the solution. High C:N ratios and relatively low P,Ca,Mg in original standing crop may be the cause of low herbivore consumption, whereas the relative increases in N,P,Ca,Mg in decomposed litter provide a more nutrient-rich substrate for detritivores. There were significant interrelationships between nutrients in the litter(N,P,Ca,Mg) and marsh water nutrients(NH₄-N, soluble reactive P,Ca,Mg). Levels of NH₄-N and soluble reactive P suggested neither N nor P are limiting in the marsh water. Much of the nutrient uptake in the annual cycle is via microbial and detritivore growth rather than by macrophyte producers. The release of energy tied up in the dead plant materials depends on the microbial degradation to make it available to higher trophic levels.

INTRODUCTION

Decomposition is the major process which results in dissipation of energy and release of nutrients stored in organic matter. Though some decomposition may be accomplished through physical—chemical mechanisms, the dominant pathway utilizes biological mechanisms. The concepts of trophic level and food chain have traditionally emphasized the plant—herbivore—carnivore sequence, but awareness of the proportion of primary production utilized directly by decomposers is increasing.

There have been many studies on the productivity and nutrient content of the marsh species (e.g. Bernard and MacDonald, 1974; Klopfatek, 1974; Lindsley, 1977; Stake, 1967), but little attention has been given to the decomposition of emergent macrophytes. These plants represent the main source of autochthonous litter in most marshes.

In Wisconsin, Theresa Marsh (Klopfatek, 1974) and McNaughton Marsh

(Lindsley, 1977) were investigated in terms of productivity and nutrient fluxes. This study adds information on decomposition of *Typha latifolia*, *Sparganium eurycarpum*, and *Scirpus fluviatilis*, three dominant emergent macrophytes with high productivity in Theresa Marsh (Klopatek, 1975).

This work documents and compares the rates of decomposition, losses of dry weight and mineral nutrients from the shoot and from root- rhizomparts of the three species and determined the nutrient value of the litter in terms of crude protein. Correlations between nutrients in the marsh water and nutrients in the litter are examined.

To further elucidate interpretation of decomposition in the marsh, two laboratory experiments were designed to study the effects of temperature, water nutrient, antibiotics, and sterilization on decomposition of *Typha latifolia* shoot.

SITE DESCRIPTION

Theresa Marsh is a wildlife area owned and managed by the Wisconsin Department of Natural Resources. It is located on the east branch of the Rock River in Dodge and Washington Counties. The marsh lies between U.S. Highway 41 on the east and the Soo Line Railway on the west. The area of approximately 2025 ha contains 600 ha of shallow impoundment. The surrounding drainage basin consists of nearly 19,000 ha of which 90% is in pasture or under cultivation. The area was completely covered by the Green Bay lobe of late Wisconsin glacier more than 10,000 years ago. The Cincinnati shale bed lies under the entire impoundment. The soil is a Histosol of the Houghton mucky peat series. The marsh is supplied by three major inflows: Kohlsville Creek, the east branch of the Rock River, and Lorrira Creek. The waters from these inflows mix within the marsh before passing through the Rock River outflow.

MATERIALS AND METHODS

Field study

Two sites were sampled for each species and two .25 m quadrats were sampled at each sampling site. All biomass within the quadrat was excavated to a depth of 30 cm. Shoots were separated from root—rhizomes and all material was washed to remove excess soil. Roots and rhizomes were washed over a brass sieve (0.5 cm mesh) using a high spray of cold tap water. The samples were cut into pieces of about 7 cm for shoot and about 10 cm for roots and rhizomes, and then dried at 50 °C, shoots for 3 days and root-rhizome for 6 days. The dry samples were weighed and placed in 15x15 cm fiber glass bags. Weights ranged from 4.980-6.912 g for shoot and 9.574- 17.420 g for root-rhizome material. For each species, forty bags of shoot litter and twenty four bags of root-rhizome material were deployed at each sampling site on September 18, 1977. Five shoot bags and three root - rhizome bags were removed from each sampling site on October 14, 1977 and November 11, 1977 and on April 22, 1978 and June 7, 1978. The rest were collected on August 5, 1978. Water samples were obtained at a depth of 130 cm at the vegetation sampling sites on the same dates.

In the laboratory, the litter bags were opened and gently washed in white trays of distilled water to remove soil and animals. The litter was then dried at 50 °C for 3 days after which it was weighed and ground through a 20 mesh sieve in a Wiley Mill.

Phosphorus, calcium & magnesium were determined colorimetrically by molybdenum blue method (Allen et al., 1974), glyoxal bis 2 hydroxylamine (Kerr, 1960), and titan yellow method (Allen et al., 1974) respectively after mixed acid digestion with perchloric, nitric, and sulphuric acids. Total nitrogen content was measured by the indophenol blue method after Kjeldahl digestion. Crude protein was estimated by

multiplying the total nitrogen by 6.25. $\text{NH}_4\text{-N}$ of the water was measured by the Nessler method; soluble reactive P, Ca, and Mg followed the same methods used for plant material after filtering through No. 44 filter paper.

Laboratory experiments

Typha shoots used in the first laboratory experiment were from 6 month old greenhouse material, started from Typha rhizomes and sediment collected from Theresa Marsh. Drying, weight recording, bag size, and chemical analyses were similar to those used in the field experiment. Six bags were submerged in each of 12 plastic buckets, each containing 6 liters of water. Six buckets had distilled water, the other six had distilled water with CaCO_3 1.498 g, MgSO_4 71120 2.37 g, KNO_3 1.60 g, KH_2PO_4 .06 g, KCL .05 g, and NaCl .35 g. The amounts of chemicals were based on the mean values of nutrients present in Theresa Marsh water (Klopatek, 1974). Six milliliters of a trace element mixture were added to each bucket of artificial marsh water. One milliliter of the mixture contains FeCl_3 61120 3.15mg, MnCl_2 41120 .18 ug, CuSO_4 51120 .01mg, $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$.022mg, CoCl_2 61120 .01mg, NaMoO_4 21120 .006 mg (Guillard, 1961). Ten milliliters of water from the growing tank were added to each bucket as an inoculum. One set of six buckets, three of which contained artificial marsh water were placed at 18°C in a Sherer controlled chamber Model CEL 4-4. The other set were placed at 10°C in a chamber of the same model. Light in each chamber was limited to only two 20 watt fluorescent tubes lighted 12 hr per day. Continuous aeration in each bucket was accomplished using a vinyl tube (1/8 inch diameter) connected to an air valve and air pump. A glass bottle filled with cotton served as an air filter. Bags were collected once a month, one bag from each bucket. The experiment terminated at 184 days.

Typha shoots harvested from Theresa Marsh on August 31, 1978 were used in a second laboratory experiment. Groups of five 10x10 cm fiber glass bags, each contained a known dry weight of Typha, were submerged in two liter beakers containing one liter of filtered Theresa Marsh water. Five replications were prepared as controls and five for antibiotic treatment. All samples were incubated at 10°C under four 20 watt fluorescent tubes (10 hr/day). Nystatin and cyclo-heximide in concentration of 50 mg/l were used as antifungal agents and benzyl penicillin and streptomycin 24 mg/l, as antibacterial agents. The concentration were identical with those of Kaushik and Hynes (1971). A fresh dose was added to each of the five beaker twice each week. One bag was removed from each beaker at 15, 30, 60, 90 and 120 days.

A sterilization experiment run concurrently, used dry plant materials and filtered water of the same source. The experiment was run for 120 days under the same controlled conditions as the antibiotic experiment. Weight of the litter together with the 250 ml flasks were recorded before sterilization at 120°C under 15 lb/in pressure for 30 minutes. The loss of weight due to volatilization of volatile components during sterilization was recorded after the flask with litter was oven dried with a cotton plug and remained closed for 2 days at 50 °C. Thirty flasks were treated in this manner, five were saved for initial nutrient analyses. Filtered water marsh which had been separately autoclaved in 25 flasks of 200 ml each, was added to the sterilized litter. Equal replications with untreated litter and filtered water were used as controls. Five flasks were removed for nutrient analyses at each date on the same schedule as that of antibiotic experiment. Statistical analyses employed one, two, and three way analysis of variance, significant level was set at 0.05.

RESULTS

Weight loss

In each experiment, dry weight loss was rapid in the first month (Fig. 1). In the field, Sparganium shoot litter had the fastest rate of decomposition. Sparganium shoots lost 73.1% of their initial dry weight in 348 days, Typha and Scirpus shoot litter lost 52.5 and 48.5% in equal time. Decay rates of root-rhizomes were faster than those of the shoots, except for Scirpus. The patterns of root-rhizome decomposition were roughly similar to the shoots. There were rapid losses in the first month followed by very slow rate of loss during the November-April period. The rate of weight loss increased again as the water warmed in spring and summer. After 348 days the remaining percentages of initial dry weight of root-rhizome material were 27.8, 42.1, 59.1% (Typha < Sparganium < Scirpus).

Both temperature and nutrient level of water produced significant effects on the weight loss of Typha shoot litter. The rate of decomposition in distilled water at 18 °C was faster than that in artificial water at 18 °C throughout the six month test period. At 184 days 40.5% of dry weight remained in the former and 36.3% in the latter. There was little difference between rate of weight loss in artificial water vs distilled water at 10 °C (Fig. 2). After 184 days

Fig. 1 Percentage of remaining dry weight of shoot and root-rhizome litter, September 18, 1977 to August 31, 1978. ● Typha, ■ Sparganium, ▲ Scirpus.

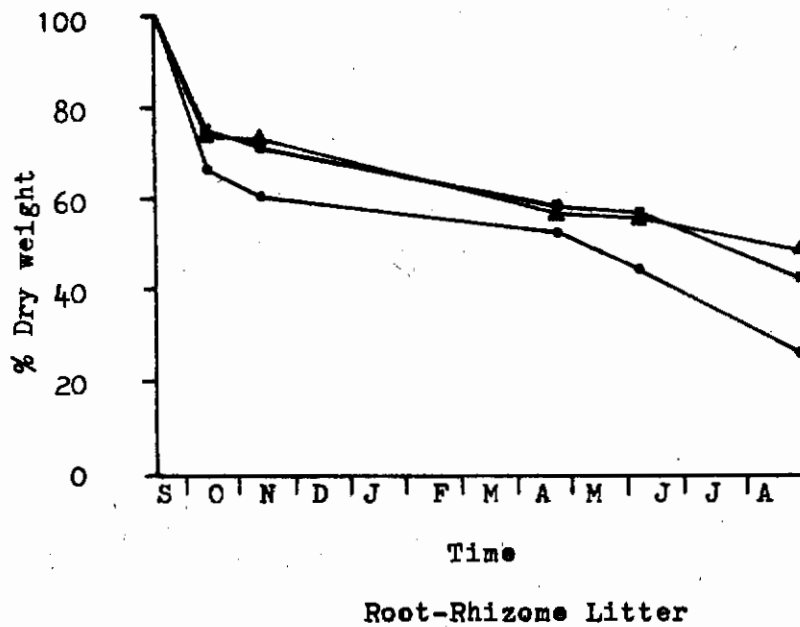
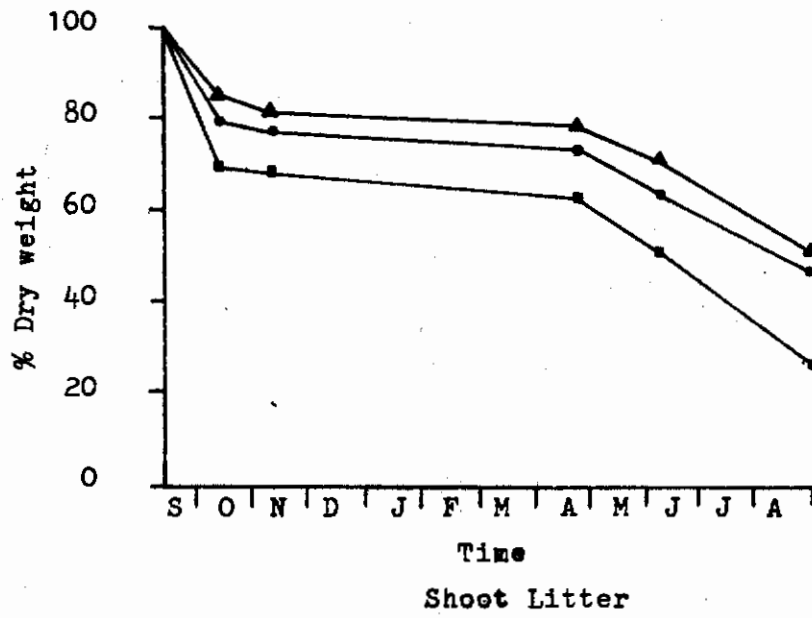
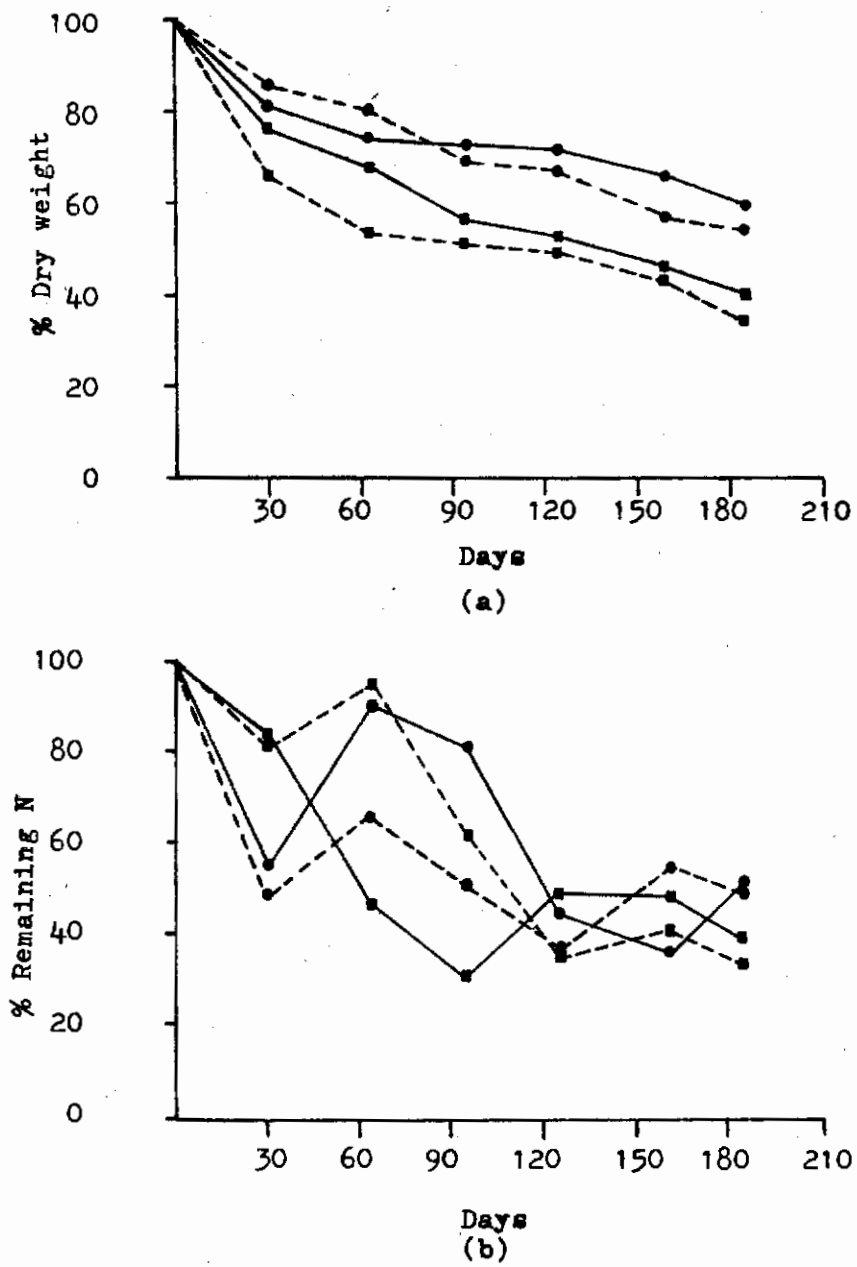


Fig. 2 *Typha* shoot litter, percentage of remaining dry weight (a), and nitrogen (b). --- distilled water, — artificial water, 10 °C; 18 °C



at 10C the remaining dry weight in artificial water was 60.4% and that of distilled water was 56.2%.

After an initial loss in the first 15 days, the dry weight of sterilized and antibiotic treated litter remained relatively stable throughout the 105 days. Dry weights stayed in the range of 85.4-91.8 %, indicating that antibiotic and sterilization were effective in controlling the growth and activities of microbial decomposers. In contrast, the weight of the control bags of both antibiotic and sterilization treatments continued to decline rather steadily throughout the study period (Fig.3). Dry weights at 15 days were 85.2% (antibiotic control) and 85.3% (sterilization control) of the original and declined to 70.1 and 67.2% respectively at 120 days. Differences in dry weight between treatment and control were significant in both antibiotic and sterilization experiments (< 0.01).

Nitrogen and protein

Initial total nitrogen content present in the shoots were 0.83, 0.60, 0.43% in Sparganium, Typha, and Scirpus respectively. Initial concentrations found in the root - rhizome were 0.93, 0.79, 0.77% (Scirpus > Typha > Sparganium). During decomposition decreases in *N* characterized the early months (October, November), except in Sparganium shoots which showed slight increase in November (Fig.4). Nitrogen increased in spring and continued to summer. The increases in August were great in Sparganium and Typha shoots with the remaining *N* about 135 and 83% of their initial contents respectively. Scirpus shoot litter reached a *N* peak of 0.86% dry weight in June, then dropped to 0.51% dry weight in August. The increases were less dramatic in root - rhizome litter. Increases of all species were found in April. By the end of August

Fig. 3 Percentage of remaining dry weight of shoot litter,

(a) antibiotic experiment, (b) sterilization experiment. ● control, ■ treated

(antibiotic, sterilization).

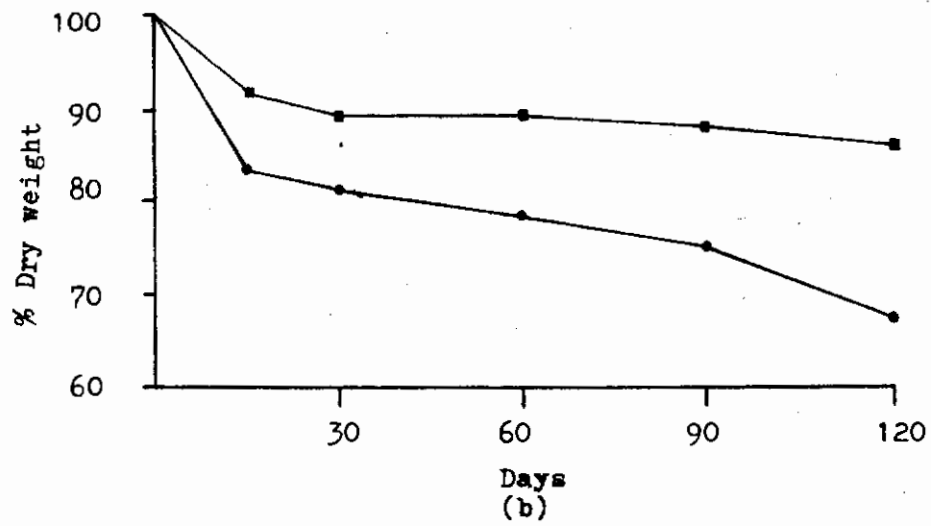
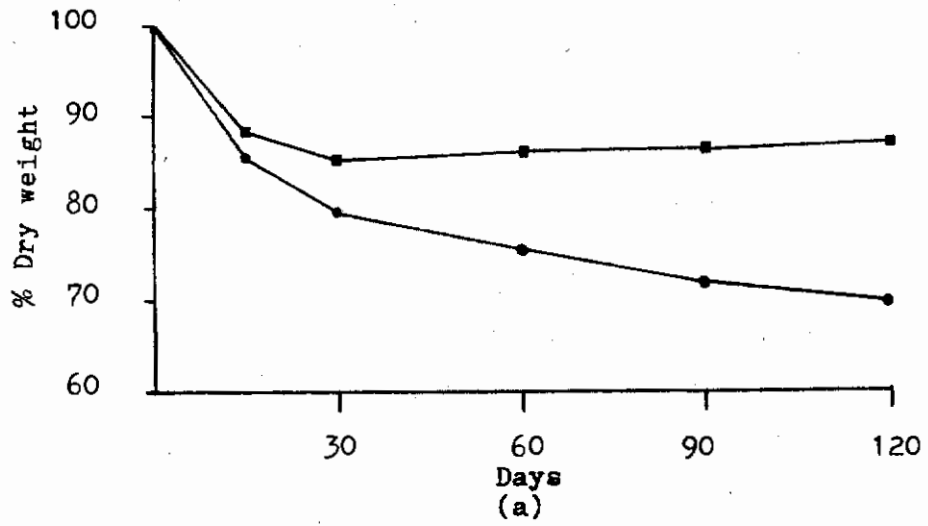
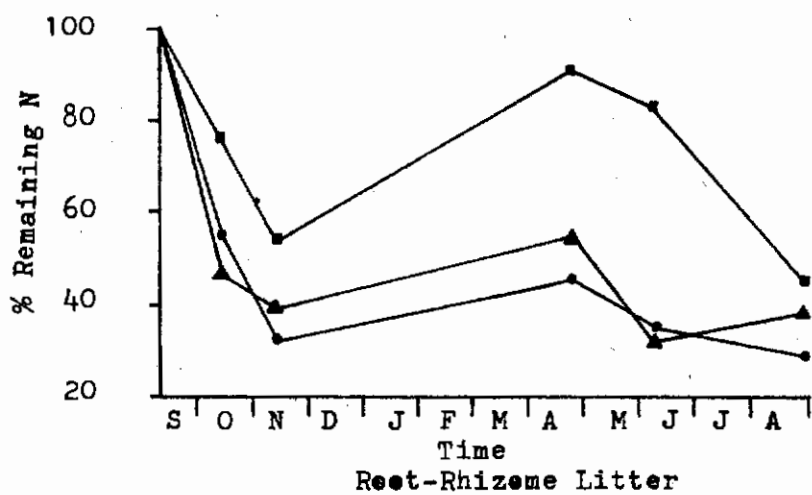
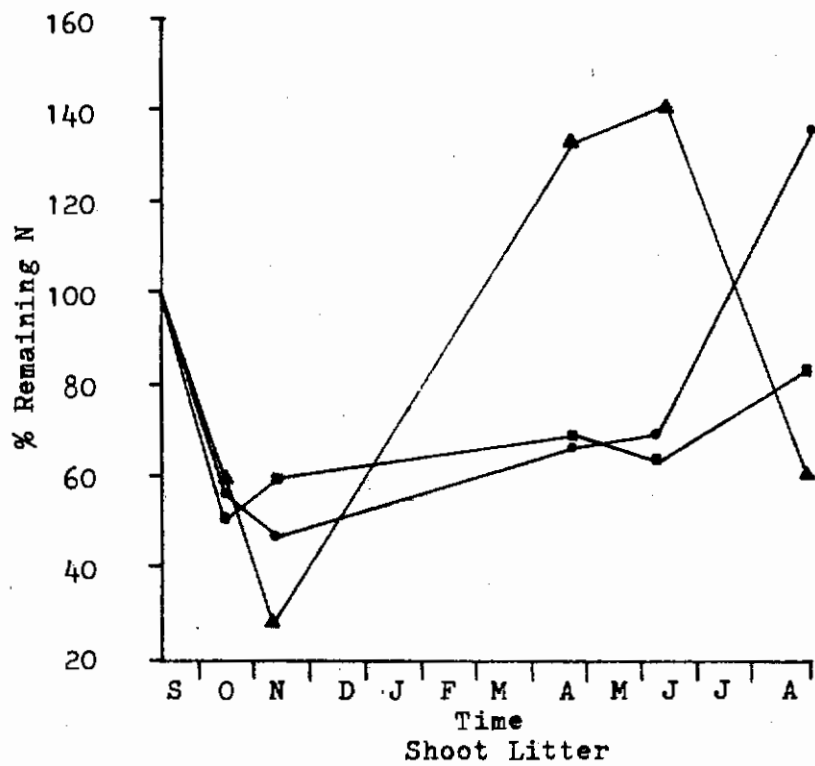


Table 1 Protein, nitrogen, phosphorus, calcium, and magnesium (as per cent of dry weight) of Typha, Sparganium, and Scirpus shoot and root - rhizome litter.

<u>Date</u>	<u>Protein</u>	<u>N</u>	<u>P</u>	<u>Ca</u>	<u>Mg</u>
<u>Typha shoot</u>					
9-18-77	3.73	.60	.19	1.00	.13
10-14-77	2.66	.43	.11	.72	.04
11-11-77	2.31	.37	.10	.63	.04
4-22-78	3.39	.54	.10	.74	.04
6-7 -78	4.06	.65	.10	.74	.06
8-31-78	10.58	1.69	.12	.73	.03
<u>Sparganium shoot</u>					
9-18-77	5.20	.83	.19	1.36	.15
10-14-77	3.73	.60	.13	.74	.05
11-11-77	4.59	.74	.12	.63	.06
4-22-78	5.67	.91	.12	.65	.06
6-7 -78	6.56	1.05	.17	.61	.10
8-31-78	16.03	2.57	.16	.76	.04
<u>Scirpus shoot</u>					
9-18-77	2.69	.43	.09	.57	.07
10-14-77	1.86	.30	.08	.35	.02
11-11-77	.91	.15	.07	.36	.04
4-22-78	4.59	.74	.10	.40	.04
6-7 -78	5.38	.86	.12	.45	.06
8-31-78	3.21	.51	.09	.50	.02
<u>Typha root-rhizome</u>					
9-18-77	4.94	.79	.30	.71	.11
10-14-77	4.15	.67	.19	.59	.05
11-11-77	2.59	.42	.13	.71	.08
4-22-78	4.25	.68	.12	.72	.07
6-7 -78	3.68	.59	.14	.72	.13
8-31-78	5.28	.85	.12	1.13	.09
<u>Sparganium root-rhizome</u>					
9-18-77	4.82	.77	.41	.53	.05
10-14-77	4.84	.78	.27	.63	.05
11-11-77	3.64	.58	.16	.84	.08
4-22-78	6.50	1.04	.24	.66	.06
6-7 -78	5.94	.95	.21	.49	.08
8-31-78	5.16	.83	.13	.58	.04
<u>Scirpus root-rhizome</u>					
9-18-77	5.79	.93	.39	.30	.04
10-14-77	3.64	.58	.26	.18	.02
11-11-77	3.16	.51	.25	.23	.02
4-22-78	4.72	.76	.28	.30	.02
6-7 -78	2.86	.46	.28	.25	.06
8-31-78	3.80	.61	.16	.25	.02

Fig. 4 Percentage of remaining N in shoot and root-rhizome litter, September 18, 1977 to August 31, 1978. ● Typha , ■ Sparganium , ▲ Scirpus.



Sparganium had the highest remaining N per cent (45.1%), Scirpus was a little lower (38.8%), and Typha was the lowest (29.7%).

In the laboratory experiments, N levels differed significantly ($P < .01$) both between types of water and temperatures. Nitrogen decreased in all treatments in the first month, then it increased in the second month in all treatments except artificial water at 18°C. During the last three months remaining N in litter was relatively stable in all treatments (Fig. 2b). At 184 days the percentages by dry weight of N in litter of all treatments (0.95—1.06%) were about the same level as initial content (1.1%).

Nitrogen determinations in the antibiotic experiment yielded relatively stable results with N levels at 0.75 and 0.73% dry weight at 15 and 30 days. After the first month nitrogen increased and at 120 days N level was 1.24% (135% of initial content). Nitrogen in the control increased from the 15th to 60th day, then declined to 71.9% of original value at 120 days.

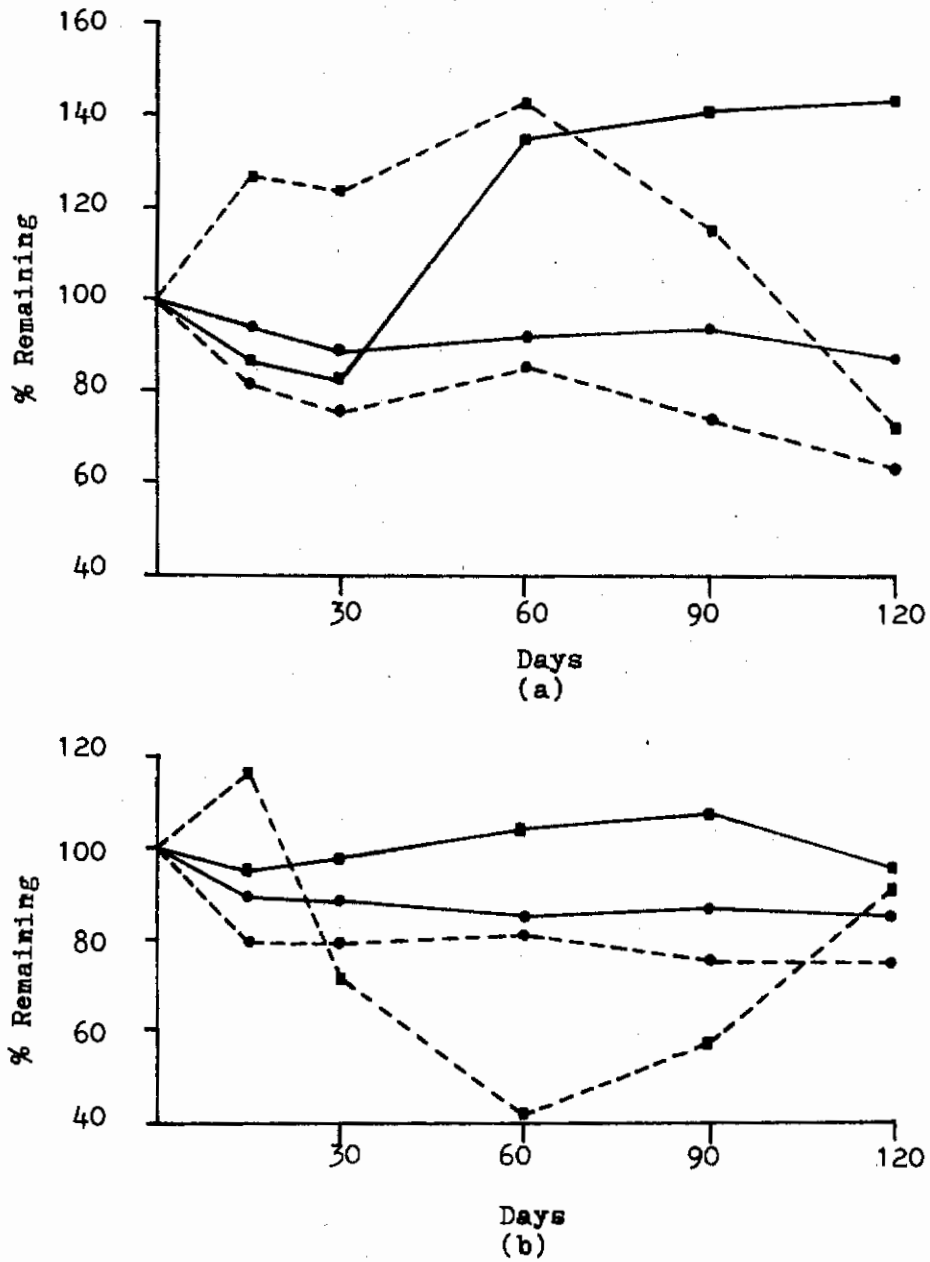
The nitrogen content in sterilized Typha litter was relatively stable throughout 120 days (0.71 - 0.88% dry weight). In contrast the control showed increases at 15 and 120 days; the lowest value, 0.39% of dry weight, occurred at 60 days. Losses of 0.33 and 0.05% dry weight of C and N respectively were found after sterilization.

Computation of protein content was based upon total nitrogen, thus the patterns of litter protein were similar to those of nitrogen. In the marsh the litter of all three species was rich in protein in summer, apparently a result of accumulation of N in microbial biomass.

Phosphorus

The initial P contents of Typha, Sparganium, and Scirpus shoots

Fig.5 Typha shoot litter, percentage of remaining carbon and nitrogen. (a) antibiotic experiment, (b) sterilization experiment, carbon, nitrogen, --- control, —treated (antibiotic, sterilization).



were 0.19, 0.19, and 0.09% respectively. Phosphorus declined sharply in the first month of decomposition in all species (Fig. 6). Loss rates slowed down in November. Scirpus shoot litter exhibited P increases in April and June. At 348 days the P contents of Typha, Sparganium, and Scirpus were 0.12, 0.16, 0.09% dry weight (28.9, 22.6, 53.8% remaining) respectively. Initial P concentrations of the root-rhizome were much higher than those of the shoots, especially in Sparganium (0.43%) and Scirpus (0.39%). Typha root-rhizomes had initial P content of 0.30%, which then declined throughout the experiment. Phosphorus increases (as % of remaining litter) was observed in Sparganium in April.

In the laboratory at 30 days rapid early leaching of P was evident in all treatments (Fig. 7). The losses ranged from 75.9% of original content in distilled water at 18 °C to 70.3% in both artificial and distilled water at 10 °C. Temperature tended to influence this early leaching. At 63 days P content had decreased further in all treatments, except a slight increase in artificial water at 10 °C. There were slight increases in the third, fourth, and fifth months, and by 184 days the remaining P ranged from 22.6-33.7% of the original.

Calcium

Initial percentages by dry weight of Ca present in the shoots were 1.36, 1.00, and 0.57 (Sparganium > Typha > Scirpus). A considerable portion of the calcium (of all species) was leached in the first month (Fig. 8). Calcium in Typha shoots continued to decrease in November and varied between 0.73-0.74% dry weight (34.8-54.0% remaining) during the rest of study. Small fluctuations were observed in the Sparganium and Scirpus shoot litter during October-August, with the ranges of 0.61-0.76% (22.7-38.0% remaining) and 0.35-0.50% (44.5-51.5% remaining) respec-

Fig. 6 Percentage of remaining P in shoot (a), and root-rhizome (b) litter, September 18, 1977 - August 31, 1978. ● Typha, ■ Sparganium, ▲ Scirpus.

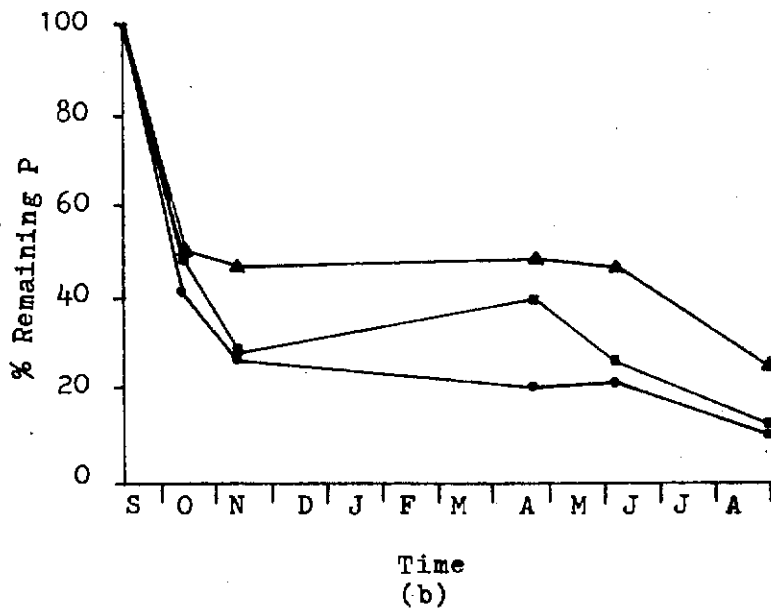
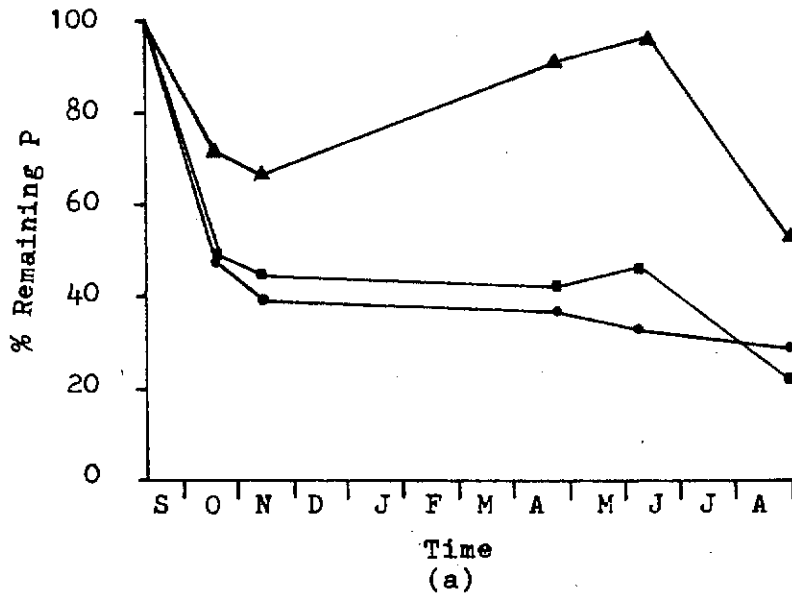


Fig. 7 Percentage of P remaining in *Typha* shoot litter --- distilled water, — artificial water, 10 °C, 18 °C.

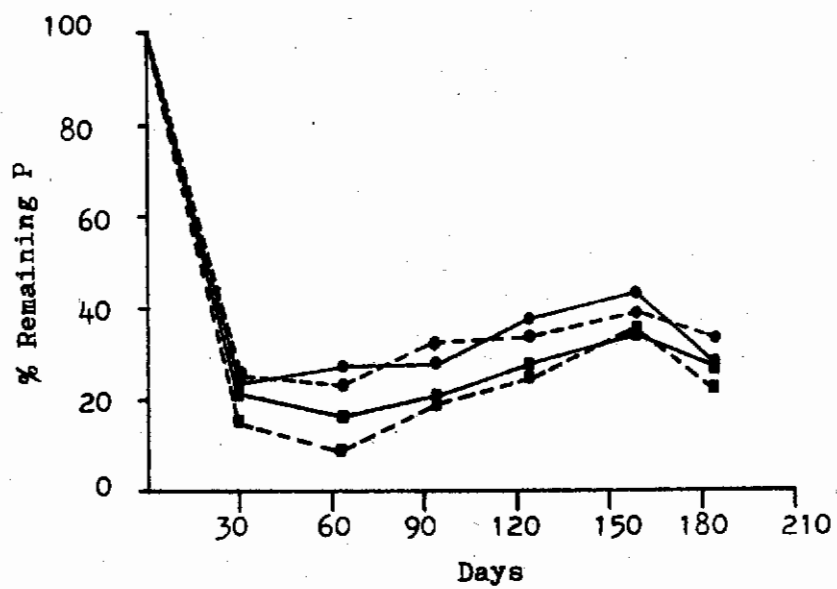
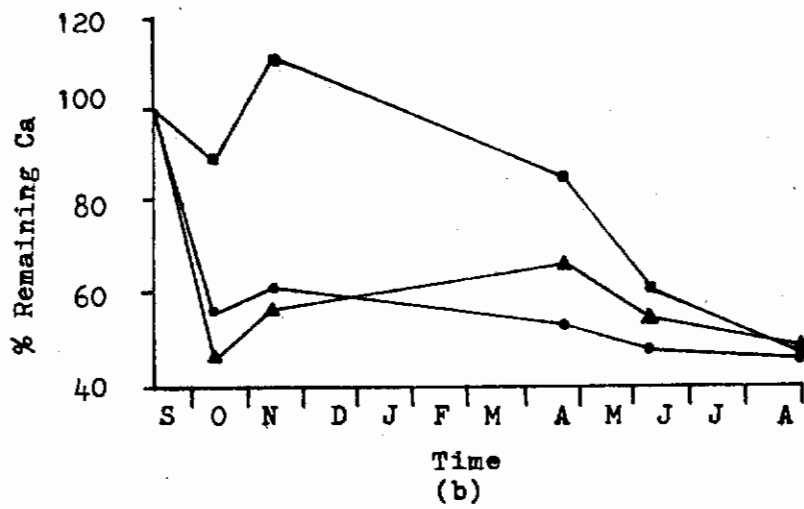
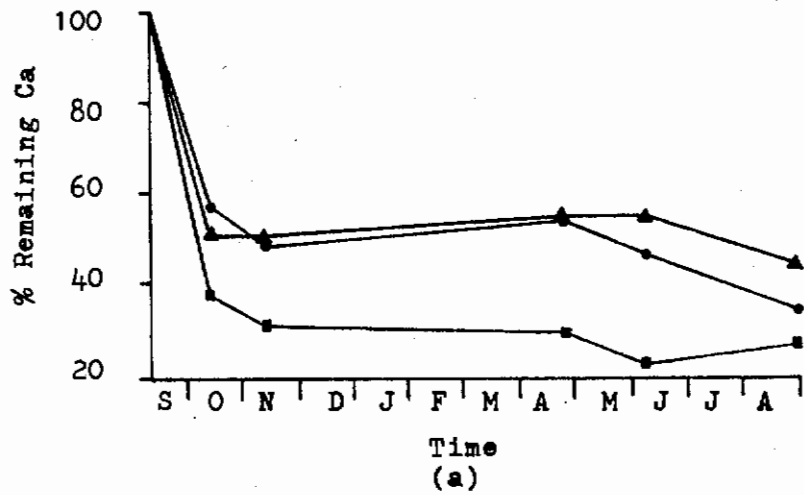


Fig. 8 Percentage of remaining calcium of shoot (a), and root - rhizome (b), September 18, 1977 - August 31, 1978 ● *Typha* , ■ *Sparganium* , ▲ *Scirpus*.



ctively. Typha root—rhizomes showed a decrease in Ca of about 45% of original content at 26 days, then Ca rose to 61% of the original content in November. Calcium values showed little change during April-August. Sparganium root-rhizomes showed temporary Ca accumulation in November. At 348 days the % remaining was 46.2%. Calcium in Scirpus root-rhizomes dropped rapidly in the first month, then increased in November. The Ca values of June and August were relatively stable.

Under controlled conditions the losses of Ca in all treatments were neither influenced by the types of water nor by temperature. Very rapid leaching of Ca occurred in the first month; the amount lost at 50 days ranging from 69.7% of original content in artificial water 10C to 65.1% in distilled water 18 °C . At 184 days the remaining Ca in the plant residue of all treatments was less than 1% of the original value.

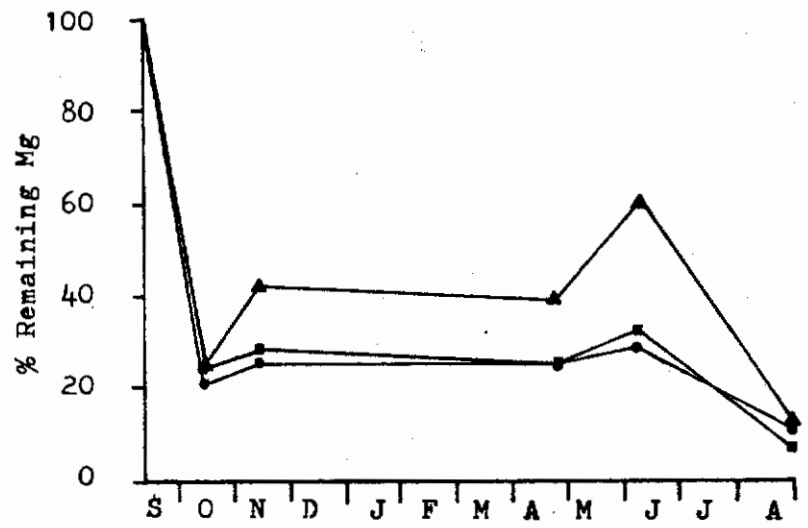
Magnesium

Most Mg in all shoot and root-rhizome samples was released within the first month (Fig.9). Like other elements, Mg showed increases in all groups in June. The increases were relatively high for root— rhizome litter. In the laboratory, Mg was also leached out rapidly in the first month, then the remaining Mg stayed in the range of 4 -30% for all treatments. Analysis of variance showed no significant effect of water or temperature factors nor interaction of time, water, and temperature factors on Mg contents of all treatments.

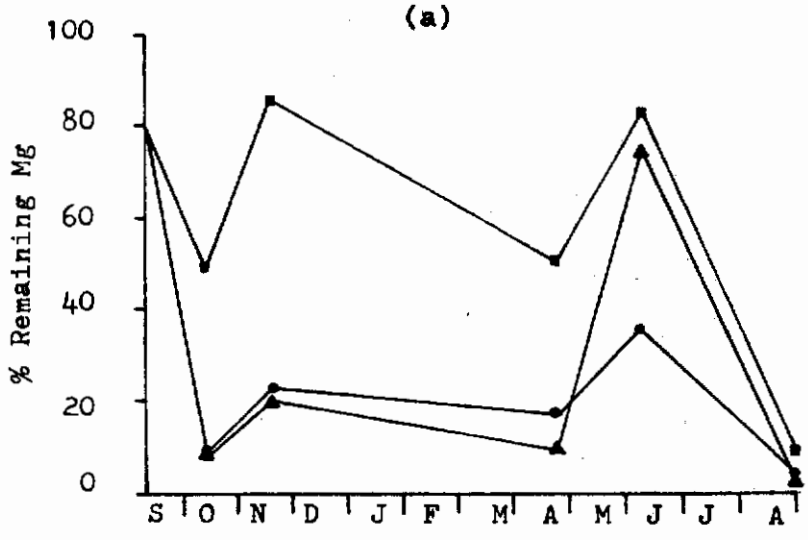
Carbon

The rapid loss of carbon in the treatment and control of both sterilization and antibiotic experiments in the first 15 days supports

Fig. 9 Percentage of remaining Mg of shoot (a), and root—rhizome (b), September 18, 1977-August 31, 1978. ● *Typha*, ■ *Sparganium*, ▲ *Scirpus*.



(a)



Time
(b)

solubilization of carbon compounds as the cause of loss(Fig.5). After 15 days C content in the sterilization control was between 58.85 -47.94% dry weight and 40.80 -48.17% dry weight in the antibiotic control. Significant difference in C contents between treatment and control was found only in antibiotic experiment.

Water nutrients

The fluctuations of $\text{NH}_4\text{-N}$, soluble reactive P, Ca, and Mg in the marsh water are shown in Table 2. $\text{NH}_4\text{-N}$ corresponded with the pattern of decomposition better than other nutrient groups; the concentration increased to 0.51 mg/l in October suggesting a net gain from decomposition of dissolved organic matter that was released by leaching and autolysis of dead macrophytes. $\text{NH}_4\text{-N}$ decreased slightly in November and reached a minimum level for the year(0.29 mg/l) in April. As decomposition processes increased in summer, $\text{NH}_4\text{-N}$ increased to 0.61 and 0.68 mg/l in June and August.

Soluble reactive P fluctuated between 0.12 mg/l in April and 0.52 mg/l in September, Calcium concentration was high(90.55mg/l) in September, then decreased to about 28 mg/l in October and November. The range during spring and summer was 45.15—55.79 $\mu\text{g/l}$. Magnesium concentrations were relatively stable(9.96-14.80 mg/l), except for a low reading in August(4.05 mg/l). There were significant interrelationships between nutrients in the litter(N,P,Ca,Mg) and marsh water nutrients($\text{NH}_4\text{-N}$, soluble reactive P, Ca, Mg).

Table 2 $\text{NH}_4\text{-N}$, soluble reactive P, Ca, and Mg of water (mg l^{-1})

\pm one standard deviation, Theresa Marsh.

Date	$\text{NH}_4\text{-N}$	Soluble reactive P	Ca	Mg
9-18-77	.44 \pm .15	.52 \pm .16	90.33 \pm 3.80	14.80 \pm 2.41
10-14-77	.51 \pm .07	.31 \pm .14	27.11 \pm 6.15	9.96 \pm 1.50
11-11-77	.46 \pm .06	.34 \pm .18	27.62 \pm 12.65	14.17 \pm 1.55
4-22-78	.29 \pm .05	.12 \pm .04	55.79 \pm 5.88	10.90 \pm 2.45
6-7 -78	.61 \pm .06	.32 \pm .12	45.13 \pm 11.20	10.62 \pm 2.25
8-31-78	.68 \pm .08	.25 \pm .09	54.48 \pm 6.44	4.05 \pm 2.10

DISCUSSION

Weight loss

The results of laboratory and field experiments suggested two major components of emergent macrophyte litter degradation. First, a rapid leaching of soluble organic compounds which accounts for the sharp drop in dry weight and nutrient elements producing dissolved organic matter available to microorganisms. Second, physical and biological breakdown of plant litter occurs mainly in the spring and summer.

The weight loss of Typha shoot litter in Theresa Marsh in the first month was about the same as those found in both water types at 10C and in the controls of antibiotic and sterilization experiments, indicating that water types and field conditions have little influence on leaching of soluble compounds. Although Kauskiik and Hynes(1971) found temperature also showed little effect on early leaching rate in the first two or three days, in my study leaching loss at 18C was considerably higher than at 10C. The leaching rates were found to be greater in root - rhizome than in shoot. Loss of dissolved organic matter in the early stage of decomposition have been reported for Typha latifolia(Boyd,1970), T. angustifolia and Phragmites communis(Mason and Bryant,1975), and Scirpus subterminalis(Otzuki and Wetzel,1974).

After the first month, the rates of decomposition under laboratory conditions and in the marsh slowed down dramatically, indicating the refractory nature of emergent macrophyte litter. The combination of low temperature, high fiber content and low nutrient content, especially N and P, limited growth of decomposers, revealed in the laboratory by the slower rates of decomposition at 10 °C and in Theresa Marsh during the winter months. At both temperature levels, Typha leaves served as the sole source of microbial nutrients, whereas in artificial water the

microorganisms were supplied with soluble nutrients in addition to plant nutrients. The added nutrients in water can be easily taken up and presumably are utilized first. The exoenzyme digestion and competition for the new food source probably began after the initial nutrients in water became scarce, resulting in slower rate of degradation. The rate of dry weight loss increases correspondingly with increasing temperature as shown in the results of Typha litter at 18 °C and the acceleration of decomposition rates of all three species in the marsh during summer.

The sharp drop in dry weight of both shoot and root - rhizome litter in June and August results from fragmentation losses. Several agents are responsible for fragmentation of the litter. Colonization of senescing and dead herbaceous tissues by microorganisms follows the sequence of weak parasite, primary saprophytic flora, secondary saprophytic flora (Bell, 1974). The weak parasites associate with senescing tissues, primary and secondary saprophytic flora utilize simple carbohydrates and eventually cellulose and lignin of dead plant materials. Suppression of microbial growth and activities by antibiotics and sterilization resulted in inhibition of decomposition. The presence of arthropods, annelids and epiphytes in the litter bags during summer confirms the belief that the breakdown of plant litter in later stages is mainly biological.

Site differences have pronounced effects on the rate of weight loss in the marsh. Besides the difference in biotic factors between sites, differences in physical factors and chemistry of water should also be considered. Typha litter at site 2 and Sparganium at site 4 were influenced by the continuous water flow into the outflow during the warm months, resulting in faster weight loss. Scirpus shoots which senesced earlier than Typha and Sparganium probably had already lost some soluble matter through leaching, possibly explaining why Scirpus litter exhibited the lowest weight loss at 26 days. In addition, the triangular culms and hard tuberous rhizomes of Scirpus are resistant to biological and physical degradation, resulting in the lowest decomposition rate.

The root-rhizome litter probably would have decomposed more slowly if the sample had *been placed* in their underground habitats. Though the study was conducted for only 548 days, the results indicate that the shoot and root - rhizome litter of and Sparganium in Theresa Marsh would undergo complete decomposition in about two years, and somewhat longer in the case of Scirpus.

Nitrogen and protein

In all experiments, the % N increased with time. The increase in N was found to be associated with microbial biomass as shown in sterilization experiment. The absence of living organisms on Typha leaves and in marsh water after sterilization resulted in no net weight loss after the early leaching period and also in no significant increase in nitrogen. Decrease in N in the first 15 days resulted from leaching loss of soluble substances including dissolved organic nitrogen. Variation of N content in the apex, middle and base of the leaves may explain the minor variations in N contents in the sterilization experiment. Some plant proteins may be denatured during sterilization and became insoluble resulting in a smaller leaching loss of nitrogen.

A combination of low temperature, high fiber content, and low nitrogen remaining after leaching loss may limit the growth of microorganisms resulting in a low N value at 50 days. This is evident in Typha shoot litter at 10 °C. This combination may explain the decrease in litter nitrogen in the field during October-November. In Theresa Marsh, maximum nitrogen content of the litter occurred in summer when environmental factors were favorable for growth and development of decomposers. Nitrogen increases in June and August indicate that partially decomposed litter made an excellent substrate for microorganisms. Nitrogen peaks of Typha and Sparganium shoot litter occurred in August, and for shoots in June. High N content of root-rhizome litter for all species also falls between April and August. Analyses of litter nutrients at any one time may show either increased or decreased nutrients, when general growth pattern and competition of microorganisms are considered.

Epiphytes colonizing the macrophyte litter may also be partially responsible for N increase. During spring and summer months epiphytes, algae in particular, were found in abundance on the litter and litter bags. Though they were not uniformly distributed on the substrate, they were difficult to separate from the substrate. These epiphytes not only account for increased N but also are a potential cause of increases of other elements.

The antibiotic experiment indicated an unexpected increase of N. This could have been caused by colonization of microorganisms resistant to the antibiotic used or by adsorption of antibiotics by Typha leaves. Microbial growth as the cause of N increase does not seem probable since dry weight after leaching loss remained relatively stable throughout the experiment. The adsorption of antibiotics is possible and degradation of these antibiotics produces compounds which can be N and C sources, e.g., amines and ketones.

Sparganium shoots which are relatively rich in N have the fastest weight loss, Scirpus shoots with low N content decompose very slowly. Coulson and Butterfield (1978) proposed that the rate of microbial decomposition of plant substrates is highly correlated with substrate N and P concentration. This does not hold true for all species in the case of root-rhizome decomposition; the structural components of the plants have to be considered together with their nutrient content.

Phosphorus

The shoots of the three species studied in the marsh have low initial P, their root-rhizomes have P concentration 2 to 5 times higher than the shoots. Leaching loss of P in the first month is faster in root-rhizome than in shoot. In the early stage of decay this leaching loss appears related to dry weight loss. There is little difference in P content of Typha leaves in artificial and distilled water at 10 °C or 18 °C suggesting little effect of these factors on early leaching. Several workers (Cowen and Lee, 1973; Triska et. al., 1975) attribute a substantial loss of P from leaves of

various species to leaching during the first few days or hours after wetting. Cutting up the leaves resulted in a three fold increase in leached soluble P (Cowen and Lee, 1973).

During the November to April period, Phosphorus release from litter in the marsh was negligible. P accumulation in spring and summer and between day 94 to 184 in the laboratory, indicating elemental enrichment of partially decayed litter. Increase in microflora inhabiting the plant litter tends to be a major cause of P increase. The P increment observed by Cruz and Gabriel (1974) during decomposition of Juncus roemerianus they presumed was due to microbial biomass and absorption.

Calcium and magnesium

Most of the Ca and Mg were lost in the first month, indicating that they are mainly held as components of soluble organic compounds. After leaching, the remaining Ca and Mg are mainly in the cell walls and more resistant to decomposition. The increases of Ca and Mg in the litter in the marsh may be explained by contamination by the soil (Thomas, 1970), precipitation of CaCO_3 (Mason and Bryant, 1975), or accumulation by epiphytes. Accumulation by epiphytes appears plausible especially in the case of calcium. The removal of CO_2 from water by photosynthesis causes the reaction $\text{CaCO}_3 \rightleftharpoons \text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ to shift to the left.

Carbon

Carbon concentration was examined in this study because C may account for the apparent or relative increase of N in the plant litter. Since the C in most plant materials accounts for 45—47% at the dry weight (Allen et al., 1974), rapid carbon loss can lead to an increased N percentage in the remaining litter.

Laboratory experiments demonstrated that N increase as a % dry weight in Typha leaves during the first two weeks of decomposition results from the loss of soluble compounds. The increased N in later months is undoubtedly from microbial biomass.

Typha leaves (C=42.85%) have a high C:N ratio, 56.5, far lower in N than the diet required by most animals at any trophic level. A generalized diet for most animals has C:N ratio of 17 (Russell-Hunter, 1970). Similarly, the C:P ratio (226.6) is very high in Typha leaves, compared with microalgae (~70) and bacteria (~27) (Spector, 1956). These characteristics minimize herbivore exploitation.

During the 120 days at 10C, C content is lost chiefly through leaching. The small fluctuation after 15 days probably resulted from microbial colonization. The decrease in C:N ratio results from N accumulation. A low C:N ratio in submersed, floating, and emergent species as a consequence of N accumulation was reported recently by Godshalk and Wetzel (1978). The decrease in C:N ratio in the antibiotic treated Typha leaves is attributable to adsorption of antibiotics.

Water nutrients

Change in $\text{NH}_4\text{-N}$ in Theresa Marsh appeared correlated with macrophyte decomposition. As autolysis and leaching of the macrophytes occurred in the fall, dissolved organic matter increased and consequently $\text{NH}_4\text{-N}$, generated as the primary end product of decomposition by heterotrophic bacteria, increased. Ammonification ceases during winter and increases as water temperature rises in summer. The sources of $\text{NH}_4\text{-N}$ in the marsh include plant litter, detritus of previous growing seasons, input from three inlets, invertebrate excretion, and release from the bottom sediment. $\text{NH}_4\text{-N}$ does not increase tremendously in summer, though decomposition rates increase. This may be explained by faster nitrification during summer, increased utilization of $\text{NH}_4\text{-N}$ by autotrophs and microorganisms, and increased adsorption of $\text{NH}_4\text{-N}$ on to the mud particles in the sediment (Kamijima et al., 1977).

Orthophosphate is the form of P immediately useful for autotrophic plants and microorganisms. Its turnover time in lake water is very rapid and may be less than an hour (Rigler, 1964). Some authors (Johannes, 1965; Pomeroy, 1970) have suggested that in the absence of bacterial grazers, nutrients (in particular P) would become tied up in the bacterial populations. Barsdate et al. (1974) showed that PO_4^{3-} is indeed cycled more rapidly in grazed than ungrazed system. Fluctuation of orthophosphate during the 548 days in the marsh was largely governed by microorganisms that are more competitive in utilizing orthophosphate than algae and macrophytes. The low orthophosphate and NH_4-N concentrations in April indicate low microbial activity, low rate of release from macrophytes, probably increased turnover time, and probably affected by dilution as stream flow reaches its annual maximum at this season while decomposition is still low. In addition to biotic factors, orthophosphate concentration is affected by chemical properties of water and may be chelated and precipitated, resorbed or desorbed from clay minerals (Stumm and Morgan, 1970).

Calcium concentrations in the marsh water undergo marked seasonal dynamics. Marked decreases in October and November are probably due to precipitation of $CaCO_3$ and dilution by rain. Calcium and magnesium values do not drop in April are probably the result of high levels in inflow from dolomitic parent material of soils in the watershed. Calcium decrease in June is probably due to increased photosynthesis in summer.

In general, magnesium compounds are more soluble than calcium compounds and are rarely pre-precipitated. Magnesium carbonates and hydroxides precipitate significantly only at very high pH (>10) under most natural conditions (Wetzel, 1975). As a result of these properties, the concentration of Mg fluctuates little. This was evident in the relatively stable Mg concentrations in the marsh. Decreased Mg in August may result from greater amounts becoming tied up in living biomass, increased loss through outflow or decreased input from inflows.

SUMMARY

Decomposition of Typha latifolia, Sparganium and Scirpus fluviatilis shoot and root-rhizome litter was examined at Theresa Marsh during September 18, 1977 to August 31, 1978. The effects of temperature and water types on the decomposition of Typha shoot were studied in the laboratory for 6 months. To study N & C changes in Typha shoot litter, antibiotics (cycloheximide, nystatin, penicillin, streptomycin) and sterilization techniques were employed to suppress the growth of microorganisms in the second laboratory experiment.

In all experiments dry weight, N, C, P, Ca, and Mg content of the litter declined abruptly in the first month. These losses are attributed to leaching of soluble compounds in the litter. The leaching rates were greater in root—rhizome than in shoot litter. The fallen emergents released large amounts of DON into the marsh water in September and October. Microorganisms and microscopic algae tend to have a major role in immobilizing nutrients, but large amounts of nutrients tend to enter open water and are lost through the outflow.

Temperature had a significant effect on the rate of dry weight loss. At 10 °C the dry weight losses in both artificial and distilled water were slower than those at 18 °C. At both temperatures, dry weight losses in distilled water were greater than those in artificial water.

Dry weight losses from shoot and root - rhizome litter were negligible during the winter (November-April). Decay rates increased in spring and summer. At 348 days the remaining dry weights of Sparganium, Typha, and Scirpus shoot litter were 26.9, 47.6, 51.1% respectively, and those of root—rhizome were 27.8, 42.1, 59.1 (Typha < Sparganium < Scirpus).

Antibiotics and sterilization effectively inhibited decomposition; the remaining dry weights of both treatments were relatively stable throughout the last 105 days after initial leaching loss.

The nitrogen content of litter as percentage by dry weight increased overtime both in the marsh and in the laboratory. The increases in and Sparganium shoot litter in August reached about three times the initial percentages, N increases in root-rhizome material were less dramatic. In the laboratory, N accumulation apparently resulted from microorganisms inhabiting the Typha leaves. N increases in antibiotic treated Typha leaves probably resulted from adsorption of antibiotics or of compounds derived from antibiotic degradation.

Fluctuation of C content of Typha leaves in the controls of both antibiotic and sterilization experiments was small after the early leaching loss. The C:N ratio decreased over time, mainly a result of N accumulation.

Increases in protein content in decomposed litter in spring and summer indicated increasing nutritive value of litter for detritivores.

P accumulation in the later stages of decomposition in both laboratory and field experiments is probably from microbial biomass. Increases of Ca and Mg levels of litter in the marsh were probably the results of CaCO₃ precipitation and epiphyte biomass.

NH₄-N, soluble reactive P, Ca, and Mg in the marsh water showed significant intercorrelation with N, P, Ca, and Mg in the plant litter. The values of NH₄-N and soluble reactive P place Theresa Marsh in the eutrophic lake category.

ACKNOWLEDGEMENTS

I would like to thank Ramkhamhaeng University for the three year scholarship and UWY Department of Botany for use of lab facilities, materials and equipment. I am very grateful to Professors P. B. Whitford and F. Stearns for their advice, suggestion and critical reading of the manuscript. Special thanks also go to Professors C. C. Remsen, A. S. Brooks, and J. P. Loewenberg.

REFERENCES

- Allen, S. E., H. M. Grimshaw, J.A. Parkinson, and C. Quarmby. 1974. Chemical analysis of ecological materials. Blackwell Scientific Publications, Oxford. 565 P.
- Barsdate, R.S., T. Fenchel, and R.T. Prentki. 1974. Phosphorus cycle of model ecosystems Significance for decomposer food chains and effect of bacterial grazers. *Oikos* 25: 239-251.
- Bell, M.K. 1974. Decomposition of herbaceous litter. In: C.H. Dickinson and C.J.F. Pugh (ed.) *Biology of plant litter decomposition* Vol. 1. Academic Press, London. pp.37-67.
- Bernard, J.M., and J.G. MacDonald. 1974. Primary production and life history of Carex lacustris in Can. J. Bot. 52: 117-123.
- Boyd, C.E. 1970. Losses of mineral nutrients during decomposition of Typha latifolia Arch. Hydrobiol. 66: 511-517.
- Coulson, J.C., and J. Butterfield. 1978. An investigation of the biotic factors determining the rates of plant decomposition on blanket bog. *J. Ecol.* 66: 631-650.
- Cowen, W. F., and G.F. Lee. 1973. Leaves as source of phosphorus. *Environ. Sci. Technol.* 7: 853-854.
- Cruz, A.A. De La, and B.C. Gabriel. 1974. Caloric, elemental, and nutritive changes

in decomposing Juncus roemerianus leaves. Ecology 55: 882—886.

Godshalk, G. L., and R.G. Wetzel. 1978. Decomposition in littoral zone of lakes. In: R.E. Good, D. F. Whigham, and R.L. Simpson (eds.) Freshwater wetlands: Ecological processes and management potential. Academic Press, New York. pp. 131-143

Guillard, R.R.L. 1961. Organic sources of nitrogen for marine centric diatoms. In: C.H. Oppenheimer (ed.) Symposium on marine microbiology. Charles Thomas Publisher, Springfield, Illinois. pp. 93-104.

Johannes, R. E. 1965. Influence of marine protozoa on nutrient regeneration. Limnol. Oceanogr. 10: 454-442.

Kamiyama, K., S. Okuna, and A. Kawai. 1977. Studies on the release of ammonium nitrogen from bottom sediments in freshwater regions. II Ammonium nitrogen in dissolved and absorbed form in the sediments. Jap. J. Limnol. 38: 100-106.

Kaushik, N.K., and H.B.N. Hynes. 1971. The fate of dead leaves that fall into streams. Arch. Hydrobiol. 68: 465-515.

Kerr, J.W.R. 1960. The spectrophotometric determination of microgram amounts of calcium. Analyst 85: 867-870.

Klopatek, J.M. 1974. Production of emergent macrophytes and their role in mineral cycling within a freshwater marsh. N.S. Thesis. University of Wisconsin Milwaukee. 278 p.

Klopatek, J.M. 1975. The role of emergent macrophytes in mineral cycling in a freshwater marsh. In: F.G. Howell, J.B. Gentry, and M.H. Smith (eds.) Mineral cycling in southeastern ecosystems. ERDA CONE 740513, Springfield, Illinois. pp. 367-392.

Lindsley, D. S. 1977. Emergent macrophytes of a Wisconsin marsh: productivity, soil-plant regimes and uptake experiment with phosphorus-32. Ph.D. Thesis. University of Wisconsin, Milwaukee. 230 p.

Mason, C.F., and R.J. Bryant. 1975. Production, nutrient content and decomposition of Phragmites communis Trin. and Typha angustifolia L. J. Ecol. 63: 71-96.

Otsuki, A., and R.G. Wetzel. 1974. Release of dissolved organic matter by autolysis of a submersed macrophyte, Scirpus subterminalis. Limnol. Oceanogr. 19: 966-972.

Pomery, L.R. 1970. The strategy of mineral cycling. Annu. Rev. Ecol. Syst. 1: 171-190.

Rigler, F.H. 1964. The phosphorus fractions and the turnover time of inorganic phosphorus in different types of lakes. Limnol. Oceanogr. 9: 511—518.

Russell-Hunter, W.D. 1970. Aquatic productivity. Macmillan Publishing Co., Inc., New York. 306 p.

Spector, W.S. 1956. Handbook of biological data. Saunders, Philadelphia. 584 p.

Stake, E. 1967. Higher vegetation and nitrogen in a small rivulet in central Sweden.

Schweig. Z. Hydrol. 29: 107-124.

Stumm, W., and J.J. Morgan . 1970. Aquatic chemistry. An introduction emphasizing chemical equilibria in natural waters. Wiley-Interscience, New York. 583 p.

Thomas, W.A. 1970. Weight and calcium losses from decomposing tree leaves on land and in water. J. Appl. Ecol. 7: 237-241.

Triska, F.J., J.R. Sedell, and B. Buckley. 1975. The processing of conifer and hardwood leaves in two coniferous forest streams.

II. Biochemical and nutrient changes. Verh. Tnt. Verein. Limnol. 19: 1628-1639.

เส้นทางการศึกษาสายวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง วารสารรามคำแหง ปีที่ 13 ฉบับที่ 1, 2532 รศ.ดร. ไพบุลย์ ภูริเวทย์

ในระยะสองสามปีที่ผ่านมาการศึกษาสายวิทยาศาสตร์เริ่มกลับมาเป็นที่สนใจกันอีกครั้งหนึ่งหลังจากที่เคยกันมาเป็นสิบปี มีเรื่องสำคัญอยู่สองเรื่องที่เป็นเหตุให้เราหันมาสนใจการศึกษาด้านการวิทยาศาสตร์กันอีกครั้ง เรื่องหนึ่งคือการก้าวไปเป็นประเทศอุตสาหกรรม เราคงเป็นประเทศอุตสาหกรรมไม่ได้ถ้าไม่พัฒนาด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเรื่องที่สองคือปัญหาสมองไหล ความจริงแล้วปัญหาสมองไหลเป็นเรื่องที่เกิดขึ้นมานานแล้วแต่ไม่มีใครสนใจคนในระดับมัธยมศึกษาไปจนถึงระดับแรงงานของเราออกไปทำมาหากินในต่างประเทศแต่ที่เราเสียดายคือคนระดับมัธยมศึกษา ซึ่งจำนวนหนึ่งเป็นนักวิทยาศาสตร์ ก่อนหน้านี้อการเรียนวิทยาศาสตร์ในระดับมหาวิทยาลัยเคยเป็นที่สนใจกันพักหนึ่งเมื่อประมาณสองทศวรรษที่แล้ว ตั้งแต่นั้นมาความสนใจของเด็กที่จะเรียนวิทยาศาสตร์ก็ลดลงเรื่อย ๆ คณะวิทยาศาสตร์ไม่ได้อยู่ในอันดับต้นของการเลือกในการสอบเข้ามหาวิทยาลัยมาหลายปีแล้ว เด็กที่เรียนวิทยาศาสตร์ไม่ใช่เด็กเก่งวิทยาศาสตร์หรือที่เรียกว่า SCIENCE PRONE การหันมาสนใจการศึกษาสายวิทยาศาสตร์ครั้งนั้นนอกจากจะโน้มน้าวให้เด็กเก่งวิทยาศาสตร์มาเรียนวิทยาศาสตร์แล้วยังจำเป็นต้องเน้นการปูพื้นความรู้และการฝึกด้านวิทยาศาสตร์ให้กับนักศึกษาที่ไม่ได้เก่งวิทยาศาสตร์แต่ชอบวิทยาศาสตร์ เชื่อว่าแนวคิดนี้จะเป็แนวทางที่ดีในการปรับปรุงการศึกษาสายวิทยาศาสตร์ บทความนี้จะกล่าวถึงการศึกษาสายวิทยาศาสตร์ในอดีตและปัจจุบันของมหาวิทยาลัยรามคำแหง จะมองปัจจัยและความต้องการที่จะทำให้การศึกษาสายวิทยาศาสตร์ดีขึ้นและจะเสนอแนวทางพัฒนาที่สำหรับอนาคต

การศึกษาสายวิทยาศาสตร์ในมหาวิทยาลัยรามคำแหง

เมื่อมหาวิทยาลัยรามคำแหงเปิดรับสมัครนักศึกษาในปี พ.ศ. 2514 มีเพียง 4 คณะเท่านั้นได้แก่ คณะนิติศาสตร์ คณะบริหารธุรกิจ คณะศึกษาศาสตร์ และคณะมนุษยศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ยังเป็นเพียงโครงการที่ขึ้นอยู่กับคณะศึกษาศาสตร์ โครงการวิทยาศาสตร์เริ่มรับนักศึกษาในปีพ.ศ. 2515 โดยมีเพียง 2 วิชาเอกคือ คณิตศาสตร์และสถิติ ต่อมาจึงมีการขออนุมัติเปิดคณะใหม่ 3 คณะคือ คณะรัฐศาสตร์ คณะเศรษฐศาสตร์ และคณะวิทยา

ศาสตร์ ผลที่ออกมาในตอนแรกทบวงมหาวิทยาลัยอนุมัติให้เปิดเพียง 2 คณะ คือคณะรัฐศาสตร์และคณะเศรษฐศาสตร์ นักศึกษาที่เข้ามาในโครงการวิทยาศาสตร์จึงไม่พอใจเดินขบวนไปประท้วงและร้องเรียนที่ทบวงมหาวิทยาลัย เหตุการณ์ครั้งนั้นรุนแรงและโกลาหลพอสมควร อาจกล่าวได้ว่าเป็นส่วนหนึ่งของเหตุการณ์นักศึกษาลุกฮือและการนองเลือดในยุคนั้นก็ได้ ในที่สุดทบวงมหาวิทยาลัยก็อนุมัติให้เปิดคณะวิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์เริ่มรับนักศึกษาในปี พ.ศ. 2516 แต่ก็มีนักศึกษาจากโครงการวิทยาศาสตร์ที่มาเรียนในปี พ.ศ. 2515 เรียนอยู่แล้วประมาณ 600 คน ความกลัวที่นักการศึกษาส่วนมากหวงในระบายนั้นคือ จะมีนักศึกษาเฮโลกันมาเรียนที่คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหงเป็นจำนวนมาก เรื่องนี้เป็นเหตุสำคัญประการหนึ่งที่ทบวงมหาวิทยาลัยไม่อนุมัติให้เปิดคณะวิทยาศาสตร์ในตอนแรกซึ่งจะมีผลในเรื่องสถานที่เรียนและคุณภาพการศึกษาอย่างไรก็ตาม จำนวนนักศึกษาที่มาสมัครไม่ได้เป็นไปตามคาดไว้ แต่ละปีมีนักศึกษามาสมัครเรียนประมาณ 3,000 - 3,500 คนเท่านั้น บางปีนักศึกษาก็ต่ำกว่า 3,000 - 3,500 คนเท่านั้น บางปีนักศึกษาก็ต่ำกว่า 3,000 คน จำนวนนักศึกษาไม่ได้เป็นเหมือนคณะนิติศาสตร์

คณะวิทยาศาสตร์ที่เปิดสอนในปี พ.ศ. 2516 มีเพียง 5 ภาคคือ ภาควิชาเคมี ภาควิชาชีววิทยา ภาควิชาฟิสิกส์ ภาควิชาคณิตศาสตร์ และภาควิชาสถิติ ความสนใจของนักศึกษส่วนใหญ่อยู่ที่เคมีและชีววิทยา เพราะในระยะ 5 ปี แรกนักศึกษามาสมัครเรียนเคมีและชีววิทยามากที่สุด ที่เหลืออีกสามภาควิชาจำนวนนักศึกษาคณะวิทยาศาสตร์จะน้อยเมื่อเทียบกับคณะที่มีนักศึกษาใหม่เป็นหมื่นอย่างคณะรัฐศาสตร์ หรือคณะนิติศาสตร์ แต่เมื่อเทียบกับคณะวิทยาศาสตร์ในมหาวิทยาลัยปิด คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหงก็เห็นคณะวิทยาศาสตร์ที่ใหญ่ที่สุดในในประเทศไทย อย่างไรก็ตามจำนวนนักศึกษาใหม่ที่ค่อนข้างคงที่ในระยะแรกก็มีแนวโน้มลดลงเรื่อย

คณะวิทยาศาสตร์เริ่มเป็นคณะที่ใหญ่คณะหนึ่งในมหาวิทยาลัยเมื่อเปิดวิชาเอกคอมพิวเตอร์ เทียบกับคณะวิทยาศาสตร์ของมหาวิทยาลัยในประเทศที่เจริญแล้วเป็นอย่างไร เป้าหมายในการพัฒนาจำเป็นต้องอยู่บนพื้นฐานการแข่งขันจริงไหม

คณะวิทยาศาสตร์จะแข่งได้ 3 ทางคือ อาจารย์แข็ง หลักสูตรแข็ง และนักศึกษาแข็ง นโยบายเปิดของมหาวิทยาลัยทำให้เราไม่มีโอกาสคัดเลือกนักศึกษา แต่ก็ไม่ได้หมายความว่าเราจะไม่ได้คนเก่งมาเรียนกับเรา และมหาวิทยาลัยปิดก็ไม่ได้เปรียบเรามากนักเพราะคนเก่งไม่ได้เลือกเรียนวิทยาศาสตร์เป็นอันดับหนึ่ง แนวทางในการพัฒนาคณะวิทยาศาสตร์จึงจำเป็นต้องเน้นหลักสูตรและอาจารย์ให้แข็ง

ที่ผ่านมาคณะวิทยาศาสตร์ได้ดำเนินการในด้านการปรับปรุงหลักสูตรไปบ้าง มีการจัดสัมมนาปรับปรุงหลักสูตรวิทยาศาสตร์ 2 ครั้ง ถูกต้องที่การสัมมนาเป็นก้าวแรกที่นำไปสู่การปรับปรุงหลักสูตร แต่เรายังไม่ได้ก้าวไปไกลกว่านี้ อย่างไรก็ตามการปรับปรุงหลักสูตรไม่ใช่

เรื่องที่จะทำได้ง่าย ๆ มีปัจจัยมากมายที่เป็นอุปสรรค การเรียน การสอน และการตรวจข้อสอบเป็นงานที่ต้องทำกันตลอดทั้งปีจนแทบไม่มีเวลาทำอย่างอื่นงานที่ไม่ต่อเนื่องจากการหมดวาระของผู้บริหารนอกจากนี้ ผลประโยชน์ที่เกี่ยวข้องกับวิชาบังคับก็มีส่วนสร้างความอัดอั้นใจให้กรรมการปรับปรุงหลักสูตร อย่างไรก็ตามไม่ว่าปัญหาและอุปสรรคจะมากเพียงใด การปรับปรุงหลักสูตรก็เป็นเรื่องจำเป็นที่หลีกเลี่ยงไม่ได้ เพราะวิชาการด้านวิทยาศาสตร์ก้าวไปเร็ว เราคงจะใช้หลักสูตรตั้งแต่เปิดคณะวิทยาศาสตร์ต่อไปอีกไม่ได้ นอกจากนี้ แรงกดดันจากภายนอกความต้องการของนักศึกษา ประชาชน รัฐบาลตลอดจนความจำเป็นที่ต้องแข่งขันกับมหาวิทยาลัยอื่น เหล่านี้เป็นสิ่งที่ทำให้ต้องปรับปรุงหลักสูตรข้อที่ควรพิจารณาในการปรับปรุงหลักสูตรคือลดจำนวนวิชาเลือกทางวิทยาศาสตร์ให้น้อยลงแล้วสร้างกลุ่มกระบวนวิชาแกนเล็ก ๆ เพิ่มขึ้นการทำเช่นนี้จะเป็นการเน้นหลักสูตรให้หนักไปทางด้านใดด้านหนึ่ง เปิดโอกาสให้นักศึกษาเลือกกลุ่มวิชาแกนย่อยตามสนใจ และที่แน่นอนที่สุดคือต้องขยายวิชาเอกเพิ่มขึ้นให้สอดคล้องกับแผนพัฒนาประเทศ การปรับปรุงหลักสูตรควรจัดกระบวนวิชาเป็น 3 กลุ่มใหญ่

(1) กลุ่มวิทยาศาสตร์พื้นฐาน (2) กลุ่มวิทยาศาสตร์ประยุกต์ (3) กลุ่มวิทยาศาสตร์และสังคม

กลุ่มวิทยาศาสตร์พื้นฐานเป็นกลุ่มที่ทิ้งไม่ได้ แม้ว่าวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีจะก้าวไปเร็วจนหลายคนเห็นว่าควรเรียนวิทยาศาสตร์ประยุกต์ไปเลยแต่พื้นฐานทั้งทฤษฎี หลักการ มโนทัศน์ และการคิดอย่างนักวิทยาศาสตร์จะเป็นสิ่งที่ไปสู่การใช้ความสามารถและเหตุผลแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับปรากฏการณ์ธรรมชาติ ถ้าพื้นฐานไม่แน่น โอกาสที่จะเป็นนักวิทยาศาสตร์ที่ดีก็จะมีไม่มากกลุ่มวิชาประยุกต์ที่มีอยู่ในหลักสูตรปัจจุบันยังน้อยมาก จำเป็นต้องเพิ่มให้มากขึ้นอาจมาในรูปของวิชาเอกหรือวิชาโท แน่แน่นอนไฟกซ์ของกลุ่มวิชาประยุกต์ต้องอยู่ที่ผลผลิตของเทคโนโลยี และวิทยาศาสตร์ประยุกต์

เป็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีซึ่งเมื่อนำมาให้ก็ต้องมีผลกระทบ ผลกระทบนี้มีทั้งทางบวกและทางลบ ในแง่มุมนี้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเป็นแรงที่มีศักยภาพสูงมากในสังคมประชาธิปไตย จำเป็นที่พลเมืองต้องเข้าใจธรรมชาติของแรงนี้ การมองวิทยาศาสตร์และสังคมคู่กันไปเป็นการเน้นคุณค่าของวิทยาศาสตร์ว่าเป็นศิลปศาสตร์อย่างหนึ่ง คนที่เข้าใจวิทยาศาสตร์และสังคมดีคือคนที่ไหวต่ออย่างฉลาดในการเลือกตั้งผู้แทนที่จะไปแก้ปัญหาผลภาวะของเสีย การอนุรักษ์ทรัพยากรและธรรมชาติ

การปรับปรุงคุณภาพอาจารย์

มีนักวิชาการหลายคนรู้สึกว่าคุณภาพอาจารย์วิทยาศาสตร์จำนวนไม่น้อยมีพื้นไม่แน่น และได้รับการฝึกอบรมมาไม่เพียงพอ และอาจเป็นสาเหตุหลักที่ทำให้คุณภาพการสอนวิทยาศาสตร์ตกต่ำลง เรื่องนี้ไม่ใช่เรื่องที่เกิดขึ้นในประเทศที่กำลังพัฒนาอย่างเราเท่านั้น ในสหรัฐ

อเมริกาซึ่งเป็นหนึ่งในกลุ่มประเทศผู้นำทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีก็มี เรื่องทำนองเดียวกันนี้เช่นกัน จึงจำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องปรับปรุงคุณภาพอาจารย์วิทยาศาสตร์ วิธีการปรับปรุงสามารถทำได้หลายรูปแบบ รูปแบบที่ทำได้และทำกันมาตลอดคือ การฝึกอบรมอาจารย์การสัมมนาวิชาการ การประชุมวิชาการ และการแลกเปลี่ยนอาจารย์ การแลกเปลี่ยนอาจารย์เป็นแนวทางที่มีปัญหาและอุปสรรคพอสมควรไม่ว่าจะเป็นก็แลกเปลี่ยนอาจารย์กับมหาวิทยาลัยในประเทศหรือต่างประเทศ เพราะแม้มหาวิทยาลัยรามคำแหงจะเป็นมหาวิทยาลัยเปิด แต่ก็ยังเป็นมหาวิทยาลัยในส่วนกลาง การแลกเปลี่ยนอาจารย์กับมหาวิทยาลัยในภูมิภาคที่ทบวงมหาวิทยาลัยเคยทำอยู่แต่ต้องพับไป เพราะไม่ดึงดูดใจแม้จะเป็นการแลกเปลี่ยนระยะสั้น เป็นแนวทางที่ทวนกระแสที่อาจารย์ในมหาวิทยาลัยภูมิภาคต้องการโอนหรือย้ายเข้ากรุงเทพฯ การแลกเปลี่ยนอาจารย์กับมหาวิทยาลัยต่างประเทศก็มีอุปสรรคเช่นกัน ประการหนึ่งคือการเรียนการสอนของมหาวิทยาลัยรามคำแหงใช้ภาษาไทย อาจารย์ต่างประเทศถ้าไม่ได้มาวิจัยก็อาจกลายเป็นมาพักก่อนไป

อีกแนวทางที่น่าสนใจแต่เป็นไปได้ยากคือการจ่ายเงินเดือนให้อาจารย์วิทยาศาสตร์สูงเพื่อให้ได้นักวิทยาศาสตร์ที่เก่งมาเป็นอาจารย์ แนวทางนี้อาจแก้ปัญหามองไกลไปต่างประเทศได้ แต่ในทางปฏิบัติแล้วทำได้ยากเพราะอาจารย์ก็เป็นข้าราชการต้องอยู่ในระเบียบกฎเกณฑ์ของ ก.พ. ถ้าเกิดความเหลื่อมล้ำขึ้นก็ไม่ต้องสงสัยเลยว่าข้าราชการในกระทรวงทบวงกรมอื่นรวมทั้งรัฐวิสาหกิจจะไม่เรียกร้อง

ดูเหมือนการรับคนเข้ามาเป็นอาจารย์จะเป็นปัญหาใหญ่ ถ้าแก้ปัญหานี้ได้จะเป็นการแก้ปัญหาดัง ๆ ที่ต้นเหตุทางหนึ่ง การจัดสอบรวมแบบ centralised competency testing โดยให้หน่วยงานกลางอย่าง ก.พ. จัดสอบดูเหมือนจะเป็นวิธีการแก้ที่ดีที่สุด เพราะนอกจากจะกำจัดระบบเส้นสายพวกพ้องไปได้แล้ว ยังเป็นการลดปัญหาผลติดตามอันเกิดจากบุญคุณในการรับเข้ามาอีกด้วย เพราะติดตามนี้มีคามสำคัญอย่างยิ่งกับความเป็นอิสระทางความคิด และความเป็นอิสระในการตัดสินใจเลือกผู้บริหาร

ที่นี้มาถึงปัญหาที่ว่าจะทำอย่างไรกับอาจารย์ในปัจจุบัน ผมเชื่อเป็นอย่างยิ่งว่าการปรับปรุงระบบการทำงานโดยกระจายงานอย่างยุติธรรม และการสร้างแรงกระตุ้นใจเป็นแนวทางที่จะได้รับความร่วมมือและประสบความสำเร็จในที่สุด เพราะคนในระดับอาจารย์ไม่ชอบให้ใครมาบังคับแน่นอน การสร้างแรงกระตุ้นใจในรูปของรางวัลดีเด่นในการสอน การวิจัย การอุทิศเวลาให้กับการสอนและการวิจัย คุณธรรมและความสำนึกในความเป็นครู เชื่อว่าผลที่ออกมาจะเปลี่ยนโฉมคุณภาพอาจารย์ได้ไม่ใช่แต่สายวิทยาศาสตร์เท่านั้นวิธีนี้ยังใช้กับข้าราชการสายอื่น ๆ ได้อีก วิธีนี้อาจดังลงกนเคยด้วยการประเมินผลการสอนของอาจารย์ซึ่งอาจทำให้หลายคนรู้สึกอึดอัด แต่ถ้าคิดจะปรับปรุงก็จำเป็นต้องทำ

กิจกรรมอื่น

นอกจากการปรับปรุงหลักสูตร ขยายวิชาเอกเพิ่มวิชาโทและปรับปรุงคุณภาพอาจารย์ซึ่งเป็นการพัฒนาและเติบโตทางวิชาการแล้ว กิจกรรมที่ควรทำไปพร้อมกันคือ

- (1) ปรับปรุงตำรา ซึ่งการรวมถึงการเปลี่ยนตำราล้าสมัยที่ไม่ทันกับความรู้และเทคโนโลยีใหม่ ๆ คณะควรกระตุ้นให้อาจารย์ตอบสนองของรางวัลการพัฒนาตำราและตำราดีเด่น
- (2) ปรับปรุงการวัดผลให้ได้มาตรฐาน ซึ่งเป็นการรักษามาตรฐานการศึกษา
- (3) ตั้งศูนย์และหน่วยงานเสริมวิชาการเพิ่มเติม เช่น ศูนย์บริการข้อมูล ศูนย์โสตทัศนูปกรณ์ด้านวิทยาศาสตร์ ห้องสมุดคณะ หอดูดาว สถานีทดลอง
- (4) โครงการร่วมกับหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง เช่น กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ กระทรวงอุตสาหกรรม การวิจัยร่วมกัน การจัดสัมมนาหรือประชุมวิชาการร่วมกันล้วนแต่เป็นกิจกรรมที่สร้างสรรค์ทั้งสิ้น
- (5) โครงการดึงดูดนักเรียนเก่งวิทยาศาสตร์ให้มาเรียนวิทยาศาสตร์ ซึ่งอาจมาในรูปแบบของทุนการศึกษา การเฟ้นตัวคนเก่งแล้วส่งเสริมให้ศึกษาต่อเพื่อเป็นอาจารย์ โครงการช้างเผือก โครงการคัดเด็กเก่งวิทยาศาสตร์ สสวท. เป็นตัวอย่างที่ดีในเรื่องนี้

สรุป

การยึดถือว่าจะอะไรมันจะเกิด มันก็ต้องเกิด อะไรมันจะเป็นมันก็ต้องเป็น คงนำมาใช้กับการปรับปรุงการศึกษาไม่ได้ สิ่งต่าง ๆ ที่เป็นข้อคิดข้างต้นถ้านำมาปฏิบัติคงไม่เห็นผลภายในเวลาหนึ่งปีหรือสองปี การปรับปรุงพัฒนาให้เจริญก้าวหน้าจำเป็นต้องใช้เวลาอย่างน้อย 3-5 ปี ความตั้งใจ แรงกระตุ้น และความร่วมมือ มีส่วนอย่างมากในการปรับปรุงการศึกษาสายวิทยาศาสตร์ ที่สำคัญข้อหนึ่งคือความใจกว้าง และการยอมรับความคิดผู้อื่นซึ่งจะทำให้งานได้รับความร่วมมือ ส่งผลให้งานเดินอย่างต่อเนื่อง

บางทีสิ่งที่ยากลำบากอย่างหนึ่งในสถานการณ์ปัจจุบันคือการเน้นหนักวิทยาศาสตร์ประยุกต์อันเนื่องมาจากความต้องการของตลาดแรงงาน ถ้าปรับปรุงให้ประยุกต์มากเกินไปการเรียนวิทยาศาสตร์จะเป็นการเน้นเป้าหมายการศึกษาเพื่อทำงานมากเกินไปหรือไม่ ในแง่มุมนี้ควรเน้นการเผชิญชีวิตและการดำรงชีวิตในทศวรรษที่ 21 ได้แล้ว การสอนให้เข้าใจตัวเองและเข้าใจโลกเป็นเป้าหมายสำคัญของการศึกษาเพื่อชีวิต เป็นรากฐานของการอยู่ร่วมกันอย่างสันติ ที่ผ่านมามหาวิทยาลัยเราเป็นอย่างไรในเรื่องนี้ เชื่อว่าทุกคนคงรู้อยู่แก่ใจ ถ้าระบบการศึกษาไม่สามารถทำให้คนดีขึ้น การพัฒนาประเทศจะเป็นอย่างไรและมีประโยชน์อะไร ที่มีสถาบันการศึกษา

หนังสืออ้างอิง

กัลยาณี จิตต์การุณย์ "ผลกระทบของเทคโนโลยีต่อการเรียนการสอนในประเทศที่กำลังพัฒนา"วารสารการศึกษาแห่งชาติ 2530 ธันวาคม 23-29

วิจิตร ศรีธำชาน "บนเส้นทางสู่ประเทศอุตสาหกรรมใหม่" วารสารการศึกษาแห่งชาติ 2530 ธันวาคม 4-7

สิปปนนท์ เกตุทัต "บทบาทของมหาวิทยาลัยไปประเทศอุตสาหกรรมใหม่" วารสารการศึกษาแห่งชาติ 2531 ตุลาคม 82-94

อานนิต อภาภิรม "บทบาทและโอกาสของนักวิจัยและการพัฒนาด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี" วารสารการศึกษาแห่งชาติ 2530 ธันวาคม 43-45

Hawkrigde, D. 1983. New Information Technology in Education. Croom
012

มหาวิทยาลัยเปิดในอนาคต

วารสารการศึกษาแห่งชาติ ฉบับที่ 4 เมษายน 2532 รศ.ดร. ไพฑูรย์ ภูริเวทย์

สองทศวรรษที่ผ่านมา มโนทัศน์ที่มีบทบาทและอิทธิพลสูงในวงการศึกษาคือ การศึกษาตลอดชีพซึ่งถือว่าการศึกษาคือปัจจัยสำคัญของการดำรงชีวิตมนุษย์ และเป็นกระบวนการซึ่งประกอบด้วยกิจกรรมที่ตนต้องเกี่ยวข้องตลอดชีวิต การให้การศึกษาตามมโนทัศน์นี้ก็เพื่อสนองความต้องการของบุคคลและสังคมโดยไม่คำนึงถึงเพศและวัยผลที่ติดตามมาคือ เกิดมีการค้นหาวิถีทางที่จะให้การศึกษาในระดับต่าง ๆ เพื่อให้สอดคล้องกับข่ายของการศึกษาตลอดชีพ รูปแบบการศึกษาใหม่ในระดับอุดมศึกษาซึ่งได้รับความสนใจเพิ่มขึ้นในหลายประเทศทั่วโลก คือ ระบบการเรียนการสอนทางไกลแบบเปิด

ในประเทศที่กำลังพัฒนา การพัฒนาทรัพยากรมนุษย์เป็นสิ่งที่มีความสำคัญอย่างยิ่ง การพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ไม่เพียงแต่จะเพิ่มคุณภาพของกำลังคนที่ได้รับการฝึกฝนเพื่อสนองความต้องการของชาติ แต่ยังเป็นการปรับปรุงคุณภาพของชีวิตและการทำงานของคนโดยทั่วไปอีก เมื่อทรัพยากรมนุษย์พัฒนาความต้องการของการศึกษาในระดับสูงเพิ่มขึ้น แต่โอกาสการศึกษาในระดับสูงมีจำกัดเพราะทรัพยากรมีจำกัด ภายใต้ภาวะจำกัดนี้ความไม่เสมอภาคทางการศึกษาจึงเกิดขึ้น ความไม่เสมอภาคนี้แก้ไขได้โดยพยายามให้ความเป็นประชาธิปไตยกับการศึกษา เหตุนี้จึงมีการค้นหาและสำรวจรูปแบบและวิธีการให้การศึกษาคนหมู่มากขึ้น แต่เป็นเรื่องจำเป็นที่รูปแบบและวิธีการเหล่านั้นต้องประหยัดและมีประสิทธิภาพ เพื่อไม่ให้เกินกำลังของทรัพยากรที่มีจำกัด

แนวทางหนึ่งที่จะขยายโอกาสการศึกษา คือ ในภูมิภาคต่าง ๆ ตามเขตภูมิศาสตร์ วิธีการนี้ได้โอกาสการศึกษาได้ไม่มาก แนวทางที่สองที่บ้านวิทยาเขตใหม่ในท้องถิ่นที่เป็นศูนย์กลางของประชากร ตามส่วนต่าง ๆ ของประเทศ อีกแนวทางหนึ่งคือ จัดตั้งวิทยาลัยชุมชน ซึ่งดูเหมือนจะเป็นแนวทางที่วิทยาลัยครูพยายามจะก้าวไป

แม้ว่าแนวทางต่าง ๆ ดังกล่าวจะขยายโอกาสการศึกษาให้กว้างขวางขึ้นแต่ก็ไม่มากพอที่แก้ปัญหาความไม่เสมอภาคให้หมดสิ้นไปได้ การศึกษาในแนวทางเหล่านั้นไม่สามารถเข้าถึงท้องถิ่นและเปิดความเสมอภาคทางการศึกษาให้ทุกคนได้ ด้วยเหตุนี้รูปแบบการศึกษาทางไกลจึงถูกพัฒนาขึ้นเพื่อให้เกิดความเป็นประชาธิปไตยกับการศึกษาในระดับอุดมศึกษา ในรูปแบบการศึกษานี้ผู้ศึกษาสามารถศึกษาได้โดยตัวเองอยู่ที่บ้าน การศึกษาทางไกล ยังเป็นปรากฏการณ์ใหม่ที่มองเห็นได้หลายรูปแบบ รูปแบบที่มหาวิทยาลัยเปิดในอังกฤษก็เป็นแบบ

หนึ่งที่เรารู้จักกันดี การเรียนการสอนแบบนี้เป็นแบบทางไกลทั้งหมด หลักสูตรตำราและสื่อการสอนต่าง ๆ ควรควบคุมโดยตรงโดยมหาวิทยาลัย ส่วนการเรียนการสอนทางไกลของมหาวิทยาลัยรามคำแหง เป็นแบบ MIXEDMODE ซึ่งมีทั้งนักศึกษาที่มาเรียนประจำและนักศึกษาที่เรียนด้วยตนเอง อาจารย์รับผิดชอบหน้าที่การเรียนการสอน ของนักศึกษาทั้งสองประเภท

ในทศวรรษที่ผ่านมาหลายประเทศในเอเชียและแปซิฟิก ได้ขยายโอกาสการศึกษาโดยเฉพาะในระดับอุดมศึกษาให้กว้างขวางขึ้น โดยนำระบบการเรียนการสอนทางไกลมาใช้ คำถามสำคัญที่นักการศึกษาต้องเผชิญเมื่อเริ่มจัดตั้งโปรแกรมการเรียนการสอนทางไกล มีอยู่ 6 คำถาม คำถามแรกคือ ทำไมจึงจำเป็นต้องให้การศึกษาโดยใช้ระบบการเรียนการสอนทางไกล ในประเทศที่กำลังพัฒนา

โอกาสในการศึกษาในระบบการศึกษาปกติมีจำกัด โดยเฉพาะในระดับอุดมศึกษา เนื่องจากการพัฒนาประเทศทั้งด้านเศรษฐกิจและสังคมสัมพันธ์กับการพัฒนาการศึกษา จึงจำเป็นต้องใช้รูปแบบการสอนที่สามารถเอื้อให้คนที่ทำงานจำนวนมากมีโอกาสได้ศึกษา ดังนั้นการเรียนการสอนทางไกลจึงเป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพและประหยัด ที่เปิดโอกาสการศึกษาให้กว้างขวางขึ้น

คำถามที่สอง คือ การเรียนการสอนทางไกลเปิดเพื่อใคร ประเทศที่กำลังพัฒนาประสบปัญหาที่คล้ายคลึงกันคือจำนวนนักเรียนในระดับประถม และมัธยมเพิ่มขึ้นรวดเร็ว เนื่องจากการเจริญเติบโตของประชากร ดังนั้น การเปิดการเรียนการสอนระบบทางไกลจึงเสนอวัตถุประสงค์สองอย่าง ประการแรก คือ เปิดโอกาสให้ผู้ใหญ่ได้รับการศึกษาในระดับมหาวิทยาลัย ประการที่สอง คือ ทำให้เด็กที่สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมมีที่เรียน ฉะนั้น สถาบันที่มีการศึกษาระบบเปิดก็จะมีนักศึกษาทั้งที่เป็นนักเรียนที่จบมัธยมมีที่เรียน ฉะนั้นสถาบันที่มีการศึกษาระบบเปิดก็จะมีนักศึกษาทั้งที่เป็นนักเรียนที่จบมัธยมศึกษาตอนปลายมาใหม่ ๆ ขึ้นไป จนถึงนักศึกษามีอายุที่มีการงานทำแล้ว แต่ต้องการการศึกษาเพื่อปรับปรุงคุณภาพหรือต้องการความรู้ในบางกระบวนการวิชาเพื่อเพื่อเสริมอาชีพการงาน นักศึกษาในระบบการศึกษาเปิดจึงต่างกันทั้งอายุ ภูมิลำเนา ชีวิตความเป็นอยู่ และความสนใจ

คำถามที่สาม คือจะจัดตั้งระบบการเรียนการสอนทางไกลที่เหมาะสมได้อย่างไร แนนอนคณะกรรมการวางแผนเรื่องนี้จะต้องดูตัวอย่างสถาบันการศึกษาที่ใช้ระบบนี้ และในที่สุดคณะกรรมการก็จะสรุปว่า เป็นไปไม่ได้ที่จะรับหรือเลียนแบบรูปแบบใดรูปแบบหนึ่งที่มีอยู่ได้ แต่ละสถาบันต้องสร้างระบบตัวเองที่เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมทางสังคมและเศรษฐกิจของตนเอง

ปัญหาในเรื่องนี้เป็นเรื่องที่ต้องพิจารณาประกอบกันไปกับการวางแผน คือ ความก้าวหน้าของเทคโนโลยีการสื่อสาร และขีดจำกัดของเทคโนโลยีการสื่อสาร ปัญหานี้ผูกพันอยู่กับ

งบประมาณและนโยบายในด้านการประชาสัมพันธ์ของรัฐบาลสื่อการสอนมีบทบาทในเรื่องนี้ และที่แน่นอน คือตำราเป็นสื่อหลักของการเรียนการสอน ระบบนี้ปัญหาที่ติดตามมากับตำรา คือ ภาษาที่ใช้ ซึ่งโดยทั่วไปตำราการศึกษาในระดับอุดมศึกษามักได้เนื้อหาทั้งทางทฤษฎีและปฏิบัติจากตำราภาษาอังกฤษการแปลการเรียบเรียงหรือแต่งตำราเป็นภาษาแม่ เป็นงานที่ต้องใช้เวลา การผลิตตำราโดยคำนึงถึงนักศึกษาที่เรียนด้วยตนเองอยู่ที่บ้าน ก็เป็นงานที่ต้องใช้เวลามากขึ้นไปอีก โดยเฉพาะถ้าผู้สอนต้องการให้เรียนบรรลุเป้าหมาย

คำถามที่สี่ ต้องพิจารณาในเรื่องการเรียนการสอนทางไกล คือจะทำอย่างไรให้การเรียนการสอนมีคุณภาพสูง ได้มาตรฐาน คำถามนี้ประชาชนทุกฝ่ายที่สงสัยคุณภาพของระบบการศึกษาเปิดถามอยู่เสมอ จะต่อว่าเขามีจิตใจไม่เป็นธรรมก็ไม่ถูกนัก เพราะคนส่วนมากคุ้นเคยกับการศึกษาในระบบ คุณภาพของบัณฑิตที่ออกไปจากระบบการเรียนการสอนทางไกลจึงเป็นที่กังขาอย่างไรก็ดี สถาบันที่ใช้ระบบการเรียนการสอนทางไกลบางสถาบันพิสูจน์ได้แล้วว่าเป็นไปได้ที่จะให้การศึกษามีคุณภาพสูงเช่นเดียวกับมหาวิทยาลัยเปิด คำถาม คือ จะทำอย่างไรที่จะให้ประชาชนเชื่อและยอมรับประสิทธิภาพของการเรียนการสอนทางไกลได้ในระยะเวลาอันรวดเร็ว แนวทางที่ได้มาซึ่งการยอมรับเมื่อพิจารณาแล้วมีอยู่ 3 ทางใหญ่ ๆ ทางแรก คือ การรับอาจารย์ที่มีชื่อเสียงและทรงคุณวุฒิเข้ามาสอนและบริหารผู้ทรงคุณวุฒิเหล่านี้อาจเชิญมาเป็นที่ปรึกษา ผู้วางแผน ผู้ร่วมร่างหลักสูตร ร่วมผลิตตำราและสื่อการสอน หรือเชิญมาเป็นอาจารย์พิเศษ แนวทางที่สอง คือ ดำเนินการให้หน่วยงานทั้งภาคเอกชนและภาครัฐบาลรับรองปริญญา เรื่องนี้ดูไม่มีปัญหามากนัก เพราะการรับรองปริญญาผ่านชั้นตอนจากทบวงมหาวิทยาลัยหรือกระทรวงศึกษาธิการแต่การยอมรับในจิตใจของผู้จ้างเข้าทำงานเป็นสิ่งที่ต้องใช้เวลา และต้องมีการพิสูจน์ให้เห็นในคุณภาพของบัณฑิต แนวทางที่สาม คือ เพิ่มคุณภาพของสื่อการสอนต่าง ๆ โดยทั่วไปมักจะมีการขาดแคลนตำรา ตำราเป็นสื่อการสอนหลัก ถ้าสถาบันที่มีการเรียนการสอนทางไกลสามารถผลิตตำราที่มีคุณภาพในกระบวนวิชาที่สอนได้ นอกจากจะเป็นประโยชน์ต่อการศึกษาของนักศึกษา โดยตรงแล้ว ยังเป็นประโยชน์กับนักศึกษาสถาบันอื่นที่ไม่มีตำราในสาขาวิชานั้น ๆ ตำราเป็นสื่อหนึ่งที่ช่วยให้เกิดการยอมรับเร็วขึ้น

คำถามที่ห้า ที่เป็นคำถามที่หลายคนถามอยู่เสมอ คือ การผลิตบัณฑิตของระบบการศึกษาเปิดทำให้บัณฑิตสั้นหรือเปล่า ปัญหาสองแ่งที่สถาบันที่มีการเรียนการสอนทางไกลประสบอยู่ คือ จำนวนนักศึกษาที่หยุดเรียนมีจำนวนสูง และแ่งที่สองคือ จำนวนบัณฑิตที่จบมีมาก นักเศรษฐศาสตร์มักจะวิจารณ์การลงทุนในเรื่องนี้ว่า เป็นการสูญเปล่าแต่ถ้าพิจารณาในแง่ของการลงทุนและต้นทุนต่อหัวแล้ว การผลิตบัณฑิตโดยระบบการเรียนการสอนทางไกลประหยัดกว่าสถาบันการศึกษาทั่วไปอย่างมาก และถ้าคุณภาพของบัณฑิตเท่าเทียมกับสถาบันที่รับนักศึกษาจำนวนจำกัด การศึกษาระบบเปิดก็ได้นำจะได้รับการพิจารณาก่อน

ในแง่ของการจัดสรรงบประมาณ

คำถามที่หก ที่ต้องหยิบยกมาพิจารณาในเรื่องการเรียนการสอนทางไกล คือ ความสำเร็จของระบบการศึกษาแบบนี้อยู่ที่ไหน การให้การศึกษาในระบบการเรียนการสอนทางไกล จะสำเร็จหรือล้มเหลวขึ้นอยู่กับบุคลากร โดยเฉพาะคณาจารย์ ในประเทศที่กำลังพัฒนาโดยทั่วไปมหาวิทยาลัยมักจะขาดคณาจารย์ที่ทรงคุณวุฒิอยู่แล้ว เมื่อมีสถาบันใหม่ขึ้น ปัญหาขาดแคลนอาจารย์ก็จะมีปัญหาที่ติดตามมาอีก คือ ปัญหาการเปลี่ยนแนวคิดของอาจารย์จากการเรียนการสอนในระบบปิดให้คุ้นเคยกับระบบการศึกษาเปิด เรื่องยากที่จะเปลี่ยนความคิดของบุคคลที่ได้รับการศึกษาอบรมมาในระบบหนึ่ง แต่มาประกอบอาชีพการสอนในอีกระบบหนึ่ง ไม่น่าแปลกใจที่มีคณาจารย์บางท่านในมหาวิทยาลัยเปิดที่ยังคงมีจิตใจปิด ดังนั้นคณาจารย์ที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอนทางไกลต้องมีความกล้าและมีทัศนคติที่เปิดรับระบบการเรียนการสอนทางไกล

ถ้าการพัฒนาบุคลากรเป็นกุญแจของความสำเร็จ ความร่วมมือระหว่างสถาบันการเรียนการสอนทางไกลก็ควรอยู่ในรูปแบบของการแสวงหาทรัพยากรและความชำนาญเพื่อเพิ่มพูนความรู้และประสบการณ์ให้คณาจารย์ เรื่องนี้เป็นเรื่องความร่นหนักเพราะสัมพันธ์โดยตรงกับคุณภาพของการเรียนการสอนทางไกล

ปกติแล้วที่ผ่านมามีเป้าหมายของการศึกษามักจะเน้นความสามารถทางวิชาการและการพัฒนาสติปัญญา เน้นการสร้างคนเพื่อพัฒนาสังคม และที่มักจะมองข้ามไปคือการเน้นคุณภาพของชีวิตในส่วนที่เกี่ยวกับการศึกษา การศึกษาในระบบเปิดในระดับอุดมศึกษา อาจกล่าวได้ว่า เป็นสิ่งที่นักการศึกษาและนักวิชาการสาขาต่าง ๆ ได้รับเอาเรื่องความไม่เสมอภาคทางการศึกษา ปัญหาไม่มีที่เรียนของนักเรียนที่จบชั้นมัธยม มโนทัศน์ที่ว่าการศึกษาจำเป็นสำหรับชีวิตและการศึกษาตลอดชีพ และเป้าหมายการศึกษาที่เน้นคุณภาพของชีวิตมาพิจารณารวมกันเพื่อหาวิธีการแก้ไขปัญหาต่าง ๆ ดังกล่าว

มหาวิทยาลัยเป็นสถาบันที่ให้การศึกษาในระดับสูงสุด เมื่อดูจากอดีตและปัจจุบัน มหาวิทยาลัยส่วนมากเติบโตในรูปของการเพิ่มสาขาวิชาเอก การเพิ่มคณะ และเพิ่มจำนวนนักศึกษาซึ่งผลที่ตามมาคือการเพิ่มจำนวนบุคลากร และค่าใช้จ่ายอื่น ๆ การพัฒนาการศึกษาให้เติบโตมักคำนึงถึงหลักการด้านการศึกษาเป็นนส่วนใหญ่กล่าวคือในการพัฒนาการศึกษานักการศึกษาจะต้องคิดถึงอัตราส่วนของอาจารย์กับนักศึกษาเป็นหลัก อัตราส่วนนี้ถ้ายิ่งน้อยก็ถือว่าเป็นการดีในแง่มุมมองของนักการศึกษา แต่ถ้าในแง่ของเศรษฐศาสตร์แล้ว อัตราส่วนยิ่งมากก็หมายถึงประสิทธิภาพของใช้ทรัพยากรทั้งทรัพยากรมนุษย์และวัสดุอุปกรณ์ นักการศึกษา คิดว่าถ้าเพิ่มการเรียนการสอนจากบางเวลา (PART-TIME) มาเป็นเต็มเวลา (FULL-TIME) เป็นดัชนีของประสิทธิภาพ ส่วนนักเศรษฐศาสตร์คิดว่า ถ้าลดเวลาการทำงานเปลี่ยนจากเต็มเวลาเป็นบางเวลาโดยสามารถทำงานได้เท่าเดิม หรือมากกว่าเดิมเป็นดัชนีของประ

สิทธิภาพ ขั้นสุดท้ายที่ทั้งนักเศรษฐศาสตร์และนักศึกษามีความเห็นตรงกันคือ จะดูคุณภาพการศึกษาที่ไหน แนนอนคุณภาพ และมีประสิทธิภาพในการผลิตในแง่ของต้นทุนการผลิตต่ำ สถาบันที่ทำได้เช่นนี้ก็ต้องเป็นสถาบันที่ต้องอยู่กับสังคมต่อไป มหาวิทยาลัยที่สามารถเปลี่ยนบุคคลให้เป็นไปตามเป้าหมายของการศึกษาในระดับอุดมศึกษาได้ โดยไม่คำนึงถึงเพศและวัยและให้ความเสมอภาคทางการศึกษาแก่ประชาชน ก็เป็นเป้าหมายมหาวิทยาลัยในอุดมการณ์ที่ผู้บริหารประเทศควรจัดไว้ในแผนการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคม

โดยสรุปแล้วอาจกล่าวได้ว่า การเรียนการสอนทางไกลในระดับอุดมศึกษาระบบเปิดเป็นนวัตกรรมใหม่ทางการศึกษา ซึ่งให้ความเสมอภาคทางการศึกษา ให้โอกาสทางการศึกษาให้การศึกษาแก่คนจำนวนมาก สนองความต้องการของบุคคลที่ต้องการปรับปรุงคุณวุฒิหรือศึกษาเพิ่มเติมเพื่อความก้าวหน้าในอาชีพการงาน อาจกล่าวรวม ๆ ได้ว่า การเรียนการสอนทางไกลเป็นการให้ความเป็นประชาธิปไตยกับการศึกษา เป็นเรื่องที่พุดง่ายแต่ปฏิบัติยาก แนนอน เป็นเรื่องที่ท้าทายและต้องการการพิสูจน์ซึ่งต้องอาศัยเวลา

บรรณานุกรม

INGRAM, J.B., 1979 CURRICULUM

INTEGRATION AND LIFELONG
EDUCATION. PERMAGON PRESS,
OXFORD.

JACKSON, DAVID, AND DAVID JAQUES,

1980, IMPROVING TEACHING IN
HIGHER EDUCATION, UNIVERSITY
OF LONDON TEACHING UNIT,
LONDON.

OCCASIONAL PAPERS NO. 4, 1983 THE

EXPERIENCE OF EXTERNAL
STUDIES, DIVISION OF EXTERNAL
STUDIES, RIVERINA COLLEGE OF
ADVANCED EDUCATION, WAGGA, NEW
SOUTH WALE.

UNESCO REPORT OF REGIONAL SEMINAR,

1984, TRAINING OF PERSONNEL.

FOR DISTANCE EDUCATION,

UNESCO REGIONAL OFFICE FOR
EDUCATION IN ASIA AND THE
PACIFIC BANGKOK,

TRAINING
NEEDS IN
THE USE OF
MEDIA FOR
DISTANCE
EDUCATION

EDITED BY
SHANNON TIMMERS

Asian Mass Communication Research and Information Centre

1990

Contents

v ii Introduction

Overview

- 3 Distance education: Touching with technology *Kevin Smith*
19 Curriculum planning in distance education: The issues
G. Dhanarajan
23 Training distance education course planners and developers
Janet Jenkins
29 Print as a medium in distance education *Shannon Timmers*
43 The use of audio in distance education *Daniel J. Power*
61 The use of audio for distance education *Piboon Puriveth*
67 Broadcasting developments and distance education *D. Geoffrey*
77 Video use in distance education *Binod C. Agrawal*
85 Video for delivery of distance education: A Canadian perspective
Ron Harrington
95 Development in telecommunication technology for distance
education with particular reference to developing country
Anna Stahmer, Naswil Idris, Debbie Bolai
109 Indonesian experience of developments in telecommunications
technology for distance education *Naswil Idris*

South Asia: Country reports

- 123 Bangladesh *KM. Sirajul Islam*
127 India *Abdul Waheed Khan*
137 Sri Lanka *D.A. Kotelawele*

Southeast Asia: Country reports

- 147 Thailand *Wichit Srisa-an*
155 Malaysia *Sharifah Alwiah Alsagoff*
163 Singapore *Lian Fook Shin*
169 Indonesia *Wan Usman*

East Asia: Country reports

179 South Korea *Moontae Park*

183 Japan *Hidetoshi Kato*

187 Final Report of CIDA-AMIC Seminar on Training Needs in the
Use of Media for Distance Education in Asia

The use of audio for distance education

Piboon Puriveth, *Ramkhamhaeng University, Thailand*

Introduction

If you were asked which learning activities consume the major portion of a student's classroom time, would you answer reading instructional materials, answering questions, discussing the course content or taking tests? Actually, typical high school students spend about 60 percent of their school time just listening. College students in conventional universities are likely to spend no less than 90 percent of their time listening to lectures. However, the answer would be different if the students were distance learners. In an open learning system where the majority of students study on their own utilizing the media available at hand, one of the most common media they have is radio. Thus, the importance of audio media should not be underestimated.

What do we mean by audio media? It refers to various means of recording and transmitting the human voice for instructional purposes. Those audio devices commonly found in a classroom are record players, open-reel tape recorders, audio card readers and the radio. Radio has been used widely for educational purposes. For decades it has been the major medium of the Public Relations Department in terms of information service. In Thailand, educating people through radio became necessary when distance education emerged in the early seventies, and at present Ramkhamhaeng University employs radio as a second main medium next to the print medium.

Ramkhamhaeng University and the use of audio

During the sixties there was a growing demand for more higher education institutions in Thailand because conventional universities could not cope with the swelling number of high school graduates. The Bill for an Open University was passed in 1970 and became the Act of Ramkhamhaeng University on 26 February 1971. On 2 August 1971, Ramkhamhaeng University opened its door to all people with secondary school certificate or equivalent qualifications. The main aims were to solve the problem of high school graduates who could not gain admittance to conventional universities, as well as to provide equal opportunity in higher education. Ramkhamhaeng was also intended to serve non-traditional students people with a wide range of age, ability, purpose, and motivation. These students might be qualified high school graduates with financial problems, retired individuals looking for vocations, or dropouts now seeking academic or professional skills. They could also be mature, marginally capable, old or young, and motivated or desperate. The point is that these students are different in background, intelligence, and desire. Also these students may not be able to attend classes in traditional style or time frame because of existing jobs or family considerations.

There were initially four faculties which offered bachelor degree programmes in the fields of law, business administration, humanities and education. The enrolment in 1971 was over 35,000. The teaching-learning system made use of large lecture halls equipped with closed-circuit television. However, only 40 percent of the students could attend lectures due to space limitations. Many had to study on their own by means of textbooks.

In 1973, three more faculties were added to the system: the faculties of Science, Political Science and Economics. The freshman enrolment had increased tremendously since 1971 and reached a peak of 120,000 in 1979. In that year the total enrolment was over 500,000. In 1978, there were nearly 200,000 high school graduates in Thailand, but the twelve conventional universities in the country could accommodate only 13,000 first year students. Therefore, in 1984, Ramkhamhaeng University opened a second campus about 25 kilometres east of the main campus.

Although Ramkhamhaeng operated on an open learning system basis, teaching occurred in lecture halls with closed-circuit television for the first six years. Teaching by means of radio began in

1977. Radio Thailand, under the control of the Public Relations Department, offered an educational programme for Ramkhamhaeng University five hours a day and the university was able to broadcast lectures for 63 courses. The broadcast range covered 27 provinces within 300 kilometres of Bangkok. Each lecture lasted 30 minutes and most of the lectures were for general education courses. In 1978 the broadcasting time was extended to 10 hours a day

Presently, Ramkhamhaeng University radio programmes are broadcast from 6:00 a.m. to 11:00 p.m. with a one-hour break for news at 12:00 noon, 6:00 p.m. and 8:00 p.m. In addition to Radio Thailand, there are 43 local stations throughout the country that broadcast the university's programmes for two hours a day. Broadcasts increased to cover 130 courses, each varying from 30 to 90 minutes.

All lectures are recorded with reel tape at studios in Ramkhamhaeng. Delivery of tapes to local radio stations and their return is on a weekly basis. In addition to radio programmes, there are nine regional centres in Thailand where textbooks, cassette tapes and videotape are available for distance learners.

Problems encountered

Ramkhamhaeng University has encountered many problems since the first days of operation almost 20 years ago. Coping with large numbers of students is a burdensome task. One can hardly forget those hectic days with thousands of prospective students queuing up during registration. The lack of qualified faculty and staff at the beginning, and public attitudes toward the quality of graduates, were among the most severe problems encountered during the first seven years of operation. Today most of the problems are solved to some extent. However, some problems are still with us and some involve the use of audio for distance education.

The use of electronic media requires a substantial investment for equipment, studios and staff. Presently, Ramkhamhaeng has established the Office of Educational Technology mainly on its own budget; over 90 percent of the staff of this Office depend entirely on funds generated by tuition fees.

The question of cost is an important one for university administrators. Technology may be widely available at relatively low cost, but it may not necessarily be educationally relevant. The economic picture for technology in distance education is not a bright one. High levels of funding are required and there are few signs that the university is ready to pay the cost of installing technology, especially on a massive scale. The cost of technology in distance education would be more acceptable if benefits could be clearly demonstrated. However, the search for such clear benefits has yielded results that only partially inspire confidence among university administrators.

In addition, the educational budgets and regulations are constructed in such a way that budget cuts cannot be easily accommodated, nor can funds be switched to other purposes. A high proportion of Ramkhamhaeng's budget goes to paying the salaries of university personnel. Much of the remainder goes towards constructing and maintaining university buildings. Only a very small percentage is available for electronic media.

The problem of commercial bias is a point that university administrators should keep in mind. Most of the higher institutions in developing countries have been looking for assistance from developed countries. Educational technology, for the time being, is a phenomenon of capitalisteconomies rather than of centrally planned economies. Most of the hardware and software are products from Japan, the United States, and Western Europe. Any assistance from these nations will consequently lead to the problem of commercial bias.

Another problem that results from installing audio media is technical. Audio media are not free from technical problems, but overcoming technical problems is costly. Also, maintenance of equipment consumes its share of the annual budget.

The semester system of Ramkhamhaeng University also imposes problems. Since Ramkhamhaeng offers classroom lectures, printed media, and audio and audiovisual media to all students, faculty and staff must work excessively in terms of teaching, proctoring examinations, grading and supervising students three times a year. Such labours keep faculty and staff working all year round. The lecturers of courses chosen for radio and television broadcasting have to accomplish double the amount of work in order to produce programmes. Staff of the Educational Technology Office have to work overtime six days a week and mostly beyond 10:00 p.m. Even though educational tapes are used at least a year, the work is still burdensome and time-consuming. Besides, the quality of software is what audio people must keep in mind. No matter how versatile the hardware may become, education depends on the

quality of software.

The last problem concerning the use of audio for distance education concerns educational elitism. On one hand, it seems that students who attend classroom lectures regularly take advantage of what becomes available to them through lectures, including facilities and services at the campus. On the other hand, some non-traditional students, perhaps the majority, do not have the same learning pace as those of the first group. This tends to result in a widening of the gap between traditional and non-traditional students, especially in science and computer studies. Therefore, there is an increasing demand for tapes of classroom lectures. At present, many broadcast lectures and all cassette tapes for regional centres are directly recorded from classroom lectures and most students appear to be satisfied by them.

A new look at the older media

At a time of economic uncertainty and retrenchment, costs and tight budgets appear to be on many educator's mind. New technology tends to be expensive and large capital investments are impossible for many institutions. In addition, development and production costs associated with some new technologies continue to be relatively high. Thus, with declining budgets and other cost constraints, the traditional technologies which are readily available and already owned and used by the university should take on additional importance. In developing countries, the time may already have arrived in which the concept of 'new is better' may no longer be valid.

Educators may find that existing media are not only more economical, but also as effective and efficient as new media if used properly. There is often a fear factor associated with the use of anything new. Many potential users might be more comfortable and more likely to use existing equipment and technology as new technologies often require special training as well as specialized and expensive software. Besides, training and software may not be readily available or economically feasible in many higher institutions. In general, this should lead to reconsideration or rediscovery of the available equipment.

Considering the factors and problems mentioned, and issues at cost-effectiveness, it appears that audio media yield beneficial results in terms of distance education. The question is how to keep students from becoming bored with audio tape. Generally, audio tape is considered to be an outdated medium. Most instructors know from personal experience that audio tape can be boring, unless the narrator is a talented speaker or there is exceptional personal interest in the topic.

Direct recordings from classroom lectures do give non-traditional students a feeling of the classroom atmosphere. If an instructor allows students to study and practise at times most convenient to them, then adding activities might be the key to use of older media. It also appears that some of the new media, while certainly very impressive, may merely duplicate basic processes of existing media. We feel that the time is right for new approaches to the use of old media for distance education.

References

- Hawkridge, D. (1983) *New Information Technology in Education*. London: Croom Helm.
- Heinich, R. et al. (1982) *Instructional Media and the New Technologies of Instruction*.
New York: John Wiley and Sons.
- Noisaengsri, P. (1983) What they say about Ramkhamhaeng University. Sriruang, Bangkok.
- Rowntree, D. (1973) *What is Educational Technology?* Milton Keynes, U.K.: Institute of Educational Technology, The Open University.
- Sharma, M. (1985) *Distance Education*. Manila: Asian Development Bank.
- Unesco (1984) Training of Personnel for Distance Education. Report of a regional seminar.
Bangkok: Unesco.

เทคโนโลยีกับงานในอนาคต

ชัยพฤกษ์วิทยาศาสตร์ 10 ตุลาคม 2533

รศ.ดร. ไพฑูลย์ ภูริเวทย์

เมื่อสองทศวรรษก่อนคนไทยส่วนมากยังคิดว่าความมั่นคงทางเศรษฐกิจของชาติมาจากการเกษตร ประเทศไทยผลิตได้แต่วัตถุดิบเท่านั้น ผลิตอย่างอื่นไม่ได้การวิจัยและการพัฒนาจึงมุ่งไปทางด้านเกษตรเป็นหลัก ประเทศไทยต้องการประชากรที่แข็งแรง ไหล่กว้าง กล้ามเนื้อเป็นมัดๆ และได้ค่าแรงต่ำ ความคิดนี้เริ่มเปลี่ยนไปเมื่อเวลาผ่านไปสองทศวรรษ ความคิดใหม่ของคนรุ่นใหม่เชื่อว่าเราเป็นประเทศที่ผลิตวัตถุดิบและแปรรูปให้เป็นสินค้าสำเร็จรูปได้ด้วยอุตสาหกรรม อย่างไรก็ตามยังคงมีความขัดแย้งกันระหว่างความคิดใหม่และความคิดเก่า

ปัจจุบันคนส่วนมากเชื่อว่าเรามีชีวิตอยู่ไม่ได้ถ้าขาดเทคโนโลยี หลายคนก็หายใจเป็นเทคโนโลยีเพียงแค่อัปหงกไปนิดเดียว พอรู้สึกตัวก็พูดว่าตามเทคโนโลยีทันแล้ว อาจกล่าวได้ว่าคนพวกนี้เป็นพวกที่ชอบใช้เทคโนโลยีบริหารอำนาจและกดความดีเด่นของธรรมชาติไว้คนพวกนี้เชื่อว่าเทคโนโลยีทำให้คนฉลาดขึ้นและมีชีวิตอยู่ได้นาน ส่วนคนอีกกลุ่มหนึ่งเป็นพวกที่มีความคิดเชิงอนุรักษ์ จะว่าสุขุมคัมภีรภาพในแง่หนึ่งก็ได้ คนกลุ่มนี้ยังเคลือบแคลงสงสัยเทคโนโลยี กล่าวว่ายเทคโนโลยีจะคุกคามความมั่นคงของงานอาชีพและสวัสดิภาพของตัวเองแน่นอนเมื่อมีเทคโนโลยีใหม่ สิ่งที่คนกลุ่มนี้ถามก็คือ อะไรเป็นพื้นฐานของความแตกต่างระหว่างความสามารถของคนและความสามารถของเทคโนโลยี อะไรคือความแตกต่างระหว่างความฉลาดตามธรรมชาติและความฉลาดของเครื่องยนต์กลไกที่มนุษย์สร้างขึ้น ถ้าเครื่องทำงานได้มากขึ้นหรือคิดได้มากขึ้นคนจะทำงานน้อยลงหรือคิดได้มากขึ้นคนจะทำงานน้อยลงหรือคิดน้อยลงไหม การที่เราต้องพึ่งพาเทคโนโลยีมากขึ้นเป็นการลดความเชื่อมั่นในตัวเองหรือลดความสามารถของบุคคลลงหรือไม่

ในประเทศที่กำลังพัฒนาอย่างประเทศเราดูเหมือนว่าเราจะเป็นผู้ใช้เทคโนโลยีที่คนอื่นผลิตมากกว่าที่จะเป็นผู้ผลิตเทคโนโลยีเอง ซึ่งถ้าพิจารณาจากอีกด้านหนึ่ง บางทีผู้ที่ใช้แต่เทคโนโลยีของประเทศอื่นลูกเดียวก็อาจเป็นผีดิบเทคโนโลยีก็ได้ การที่เรามีกระแสไฟฟ้าใช้ไม่ได้หมายความว่าเราต้องนั่งเก้าอี้ไฟฟ้า ถ้าเรามียูเรเนียมมากก็ไม่ได้หมายความว่าเราต้องผลิตพลังงานนิวเคลียร์ศักยภาพของไฟฟ้าพลังน้ำมีมากก็ไม่ได้หมายความว่าต้องสร้างเขื่อนมากขึ้น

เชื่อว่าความคิดเห็นที่ขัดแย้งกันระหว่างกลุ่มอนุรักษ์นิยมกับกลุ่มหัวสมัยใหม่ ยังจะมีต่อไปจนถึงศตวรรษหน้า คำถามที่น่าคิดในตอนนี้เป็น เทคโนโลยีทำให้เกิดการว่างงานมากขึ้นหรือเปล่า การนำเทคโนโลยีใหม่มาใช้ทำให้เกิดสมมุติฐานที่ว่าโรงงานจะเป็นนายจ้างหลัก

ของประเทศ แน่แน่นอนในการผลิตไม่ว่าจะเป็นประเทศสังคมนิยมหรือประเทศที่มีการปกครองระบอบประชาธิปไตย เป้าหมายคือต้องทำกำไรให้สูงสุดและต้นทุนต่ำที่สุด ถ้ามีโรงงานใหม่เกิดขึ้นหลายคนเชื่อว่าเปอร์เซ็นต์การจ้างคนทำงานจะสูงขึ้น แต่ถ้ากำไรสูงสุดเกิดจากต้นทุนต่ำสุดโดยใช้เทคโนโลยีแทนแรงงานคน ค่าแรงค่าจ้างที่สูงขึ้นอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้จะทำให้นายจ้างตัดสินใจอย่างไร เปอร์เซ็นต์การจ้างจะสูงขึ้นหรือลดลง ถ้าลดลงแรงงานเหล่านั้นหายไปไหน อยู่ในตลาดว่างงานหรือเปล่า เรื่องนี้น่าสนใจ เชื่อว่าถ้าวิจัยกันอย่างละเอียดจะได้ผลที่ทำให้ประหลาดใจพอสมควร ลองคิดง่าย ๆ ก็ได้ว่ามีงานอะไรเกิดขึ้นใหม่และมีงานอะไรที่หายไปโดยดูจากการใช้จ่ายและการบริโภคของตนเอง ว่าเหมือนกับ 20 10 หรือ 5 ปีที่ผ่านมาหรือเปล่า ก่อนนี้มีรถยนต์มากมายอยู่ในปัจจุบันใหม่ ก่อนนี้เราใช้เครื่องเสียงและเครื่องไฟฟ้าอย่างนี้ใหม่ คุณรับประทานอาหารนอกบ้านบ่อยขึ้นหรือเปล่าเมื่อเทียบกับเมื่อก่อน คุณเดินทางท่องเที่ยวบ่อยขึ้นใหม่ คุณสะสมของเก่าหรือเปล่า คุณใช้น้ำหอมและเครื่องสำอางค์จากปารีสหรือเปล่า คุณคงไม่แปลกใจถ้ามีงานว่างมากขึ้นในสิ่งที่คุณไม่ได้ใช้จ่าย และมีงานใหม่เกิดขึ้นในสิ่งที่คุณใช้จ่ายและบริโภค

ถ้าพิจารณากันให้ดีแล้วจะเห็นว่าระดับการจ้างคนทำงานถูกตัดสินใจขาดโดยวัฒนธรรม ส่วนประกอบของวัฒนธรรมอย่างการศึกษา ขนชั้น ฐานะของครอบครัวระบบและวิธีการรับคนเข้าทำงาน สิ่งเหล่านี้เป็นตัวตัดสินใจในการรับคนเข้าทำงาน ปัจจุบันคนส่วนมากยังเชื่อในการทำงานเดียวตลอดชีวิตการทำงานแต่แนวโน้มนี้จะเปลี่ยนไปความคิดเรื่องงานเดียวในชีวิต ทำไปจนเกษียณจะหายากขึ้นเรื่อย ๆ หลายคนกว่าจะประสบความสำเร็จในหน้าที่การงานก็ผ่านมาหลายอาชีพทั้งที่ได้รับการศึกษาอบรมมาเพียงทางเดียว ผู้ที่ผ่านงานมาหลายอาชีพคงรู้สึกเห็นใจพวกที่เติบโตมาในวัฒนธรรม

งานเดียวในชีวิต ในอนาคตการเป็นเมืองน้ำตาล เมืองมะขามหวาน เมืองผลไม้คงต้องเปลี่ยนไป ถ้าแนวโน้มวัฒนธรรมเปลี่ยนมาเป็นหลายงานในชีวิต ถ้าเป็นเช่นนั้นอนาคตผู้จบการศึกษาระดับอาชีวศึกษาและระดับมหาวิทยาลัยจะเป็นอย่างไร แน่แน่นอนถ้าวิวัฒนาการเปลี่ยนจากงานเดียวตลอดชีวิต ก็จะทำให้การศึกษาเปลี่ยนจากการเน้นหนักด้านอาชีพมาเป็น การศึกษาทั่วไปมากขึ้นการเรียนคงต้องเน้นการแก้ปัญหา การพัฒนาความสามารถและสร้างความเชื่อมั่นให้ตัวเอง และเพิ่มพูนความรู้ด้านวัฒนธรรมให้มากขึ้น

เป้าหมายการศึกษาคงต้องเปลี่ยนจากการศึกษาเพื่อทำงานไปเป็นการศึกษาเพื่อชีวิตมากขึ้น ซึ่งต้องเน้นการเผชิญชีวิต ความเข้าใจโลก และที่สำคัญที่สุดคือความเข้าใจตัวเอง

เชื่อว่าอีก 10 ปี ข้างหน้าอัตราการจ้างแรงงานของโรงงานอุตสาหกรรมจะลดลง การศึกษาจะเปลี่ยนแนวมาเป็นการศึกษาทั่วไปมากขึ้น ผู้ที่กลัวการเข้าทำงานอาชีพใหม่กลัวการออกจากงานเก่า จะน้อยลง

ที่นี้มาดูอายุกับการทำงานดูบ้าง อะไรอยู่ข้างหน้าผู้ที่จบชั้นมัธยมปลายในปีการ

ศึกษา 2532 เด็กส่วนใหญ่ที่จบชั้นมัธยมปลายในปีการศึกษาปี เกิดในปี พ.ศ. 2515 ±1 พวกเขาส่วนใหญ่จะมีชีวิตไปจนถึงปี ค.ศ. 2050 ในปี ค.ศ. 2050 พวกเขาจะมีอายุ 79 ปี หลายคนอาจอายุยืนกว่านี้สามสิบกว่าปีแล้วที่เด็กไทยผ่านพันอันตรายจากโรคภัยไข้เจ็บในวัยเด็กมาเป็นผู้ใหญ่ที่มีสุขภาพดีมีครอบครัวมีบุตรได้ ทั้งนี้เพราะความก้าวหน้าทางการแพทย์ทำให้ชีวิตเรายืนยาวขึ้น แต่อายุการทำงานจะมากขึ้นหรือน้อยลงเมื่อไม่นานมานี้ก็มีการถกเถียงกันว่าอายุเกษียณของคณาจารย์มหาวิทยาลัยควรจะยาวขึ้นหรือพุดง่าย ๆ ว่าตายช้าลง เป็นไปได้มากน้อยเพียงใดที่จะให้อายุเกษียณลดลง ถ้าพิจารณาให้ดีแล้วจะเห็นว่าคนที่อายุเลยวัยเจริญพันธุ์ไปแล้ว ส่วนมากทำประโยชน์ให้กับประเทศชาติในด้านวัฒนธรรมมากกว่าคนหนุ่มสาวถ้าเรามองกันในแง่ดีแล้วโอกาสเพิ่มอายุเกษียณก็เป็นไปได้มาก แต่เรื่องนี้ไม่ใช่แต่อายุเกษียณของอาจารย์มหาวิทยาลัยเท่านั้น คงต้องคำนึงถึงข้าราชการกระทรวงอื่นที่มีแนวโน้มอายุยืนขึ้นเช่นเดียวกัน ในสหรัฐอเมริการ่างกฎหมายเขี่ยอายุเกษียณจาก 65 ปี เป็น 67 ปี ได้ผ่านสภาของเกรสไปแล้ว คงเป็นไปได้ที่จะให้อายุเกษียณน้อยลงเพราะอายุคนไทย คงไม่ได้ที่จะให้อายุเกษียณน้อยลงเพราะอายุคนไทยคงไม่กลับไปสั้นเหมือนสมัยก่อนสงครามโลกครั้งที่หนึ่งแน่นอน

ถ้าอายุเรายืนขึ้นควรทำงานตั้งแต่อายุเท่าไร ควรทำงานตั้งแต่อายุ 5 ขวบไหมทุกคน คงตอบเป็นเสียงเดียวกันว่าเด็กวัย 5 ขวบทำอะไรได้ งั้นก็ลองดูเด็กที่จบชั้นประถม 6 ว่าทำอะไรได้เด็กจบชั้นประถม 6 ซึ่งเป็นการศึกษาภาคบังคับกับอายุประมาณ 12 ปี ตามตัวเองดูว่าใครจะจ้างเด็กอายุ 12 ปี ถ้าจ้างจ้างทำอะไร จะให้ค่าจ้างเท่าไร ในสังคมที่ซับซ้อนและเต็มไปด้วยเทคโนโลยีที่ก้าวไปอย่างรวดเร็วใครจะจ้างเด็กอายุ 12 ปีทำงาน หรือให้อายุ 15 ปีและจบชั้นมัธยมต้นก็เถอะ จะเห็นว่าสถาบันการศึกษาและโรงเรียนเป็นสิ่งที่ช่วยแก้ปัญหาแรงงานเด็ก และปัญหาสังคมที่จะเกิดจากเด็กวัยรุ่น ขณะเดียวกันก็เป็นเตรียมตัวเด็กทั้งในด้านวิชาการและด้านสังคมก่อนที่จะปล่อยให้เขาออกไปเผชิญชีวิตกับโลกภายนอก

สิ่งที่ทำทายนักการศึกษาตรงจุดนี้คือจะผสมผสานเป้าหมายที่ขัดแย้งกันระหว่างการศึกษเพื่อชีวิต และการศึกษาเพื่อทำงานได้เพียงใด ทำอย่างไรจึงจะรวมเป้าหมายทั้งสองข้างด้วยกันเป็นการศึกษาตลอดชีพได้ ทำอย่างไรจึงจะลดช่องว่างระหว่างการมีการศึกษาและการไม่มีการศึกษาได้ ปัจจุบันเราเชื่อว่าการศึกษาคือสิ่งที่ต้องตรากตรำเล่าเรียนกันอยู่ในสถาบันการศึกษาในช่วง 20-25 ปีแรกของชีวิต ชีวิตการทำงานจะเริ่มจากหลังเรียนจบมหาวิทยาลัย แต่เชื่อว่าในอนาคตเราคงต้องให้คำจำกัดความของคำว่า "งาน" กันใหม่ เพราะสังคมในอนาคตคงจะเปลี่ยนจาก "สังคมงาน" ไปเป็น "สังคมกิจกรรม" ในอนาคตช่องว่างระหว่างประสบการณ์การเรียนในสถาบันการศึกษากับประสบการณ์ในการทำงานจริง ๆ คงจะน้อยลง แต่เราจึงจะเล่นในตำแหน่งใดก็ได้ที่เราสามารถเล่นได้ เชื่อว่าแนวโน้มการศึกษาจะไปถึงอุดมศึกษาและเป็นการศึกษาทั่วไปมากขึ้น

ไม่ว่าอนาคตจะเป็นอย่างไรก็ตามเชื่อว่าเราคงอยู่โดยไม่พึ่งพาเทคโนโลยีไม่ได้
ที่สำคัญคือเราจะอยู่อย่าง “เทคโนโลยีสูง-รสนิยมสูง” หรือจะอยู่อย่าง “เทคโนโลยี
ต่ำ-รสนิยมสูง” กันแล้วแต่ที่เราจะเลือกอยู่อย่างไหน

ผลกระทบของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในประเทศที่กำลังพัฒนา

ข่าวรามคำแหง 28 สิงหาคม 2532

รศ.ดร. ไพบุลย์ ภูริเวทย์

เมื่อวันที่ 5 มิถุนายน ที่ผ่านมาเป็นวันสิ่งแวดล้อมโลก ผู้บริหารประเทศทั้งหลายในโลกที่ตื่นตัวในความเสื่อมโทรมของสิ่งแวดล้อมต่างพากันปลูกประชากรของชาติตัวเองให้เห็นถึงพิษภัยที่เกิดขึ้นในสิ่งแวดล้อม ปัญหาที่น่าคิดคือการพัฒนาเศรษฐกิจกับการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมเป็นเรื่องที่สวนทางกันหรือไม่ หลายคนเห็นว่าเป็นเรื่องที่ขัดแย้งกัน เพราะเมื่อมีการพัฒนาก็จำเป็นต้องใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี แต่วิทยาศาสตร์ก็มีผลกระทบกับสิ่งแวดล้อม กฎของวิทยาศาสตร์เป็นเรื่องสากลที่ใครจะนำวิทยาศาสตร์ไปประยุกต์ใช้ก็ได้ แต่การนำวิทยาศาสตร์ไปประยุกต์ใช้ในรูปของเทคโนโลยีมีผลกระทบกับแต่ละประเทศต่างกันไป ไม่มีประเทศต่างกันไป ไม่มีประเทศไหนในโลกที่มีทุกอย่างเหมือนกันหมดดังนั้นแต่ละประเทศจึงต้องมีเป้าหมายการพัฒนาและต้องมองคุณค่าของเทคโนโลยีโดยคำนึงถึงความมั่นคงและความอยู่รอดของชาติตัวเองเป็นหลัก

ที่ผ่านมามีประเทศที่กำลังพัฒนามักจะพัฒนานั้นหนักไปทางด้านเกษตร โดยทั่วไปแผนพัฒนามักเน้นหนัก (1) การโปรโมทการวิจัยด้านการเกษตร (2) โปรแกรมการฝึกอบรมเพื่อเพิ่มผลผลิตการเกษตร (3) การส่งเสริมการเกษตรที่เป็นตัวเชื่อมของข้อมูลระหว่างการวิจัยของสถาบันกับเกษตรกร (4) การศึกษาการผลิต การแปรรูปผลผลิตการเกษตร และการตลาดทุกระดับ (5) การใช้ทรัพยากรในประเทศให้เต็มที่เพื่อลดการนำสินค้าเข้าให้มากที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ (6) การบริหารเศรษฐกิจเพื่อดูดซับแรงงานภายในประเทศ

แทบไม่ต้องสงสัยเลยว่าความก้าวหน้าของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในทศวรรษที่แล้วทำให้เกิดวิกฤตการณ์สำคัญในประเทศที่กำลังพัฒนาสองวิกฤตการณ์แรก คือ การขาดที่ดินทำกิน คาดว่าเมื่อสิ้นสุดศตวรรษที่ 20 จะมีประชากรในโลกไม่ต่ำกว่า 6,500 ล้านคน ซึ่งประมาณสี่ในห้าของจำนวนนี้จะอยู่ในโลกที่สามและคนมากกว่า 2,500 ล้านคน จะเป็นคนจนไร้ที่ดินทำกินในประเทศที่กำลังพัฒนา วิกฤตการณ์ที่สอง คือความเสื่อมโทรมของสิ่งแวดล้อมที่โหมลงไปเรื่อย ๆ เนื่องจากความเข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีกับการพัฒนาเศรษฐกิจและการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมยังไม่ดีพอ ความจริงที่ปรากฏในชาติที่พัฒนาแล้วคือ หลังจากประชากรร่ำรวยขึ้น ความต้องการอากาศบริสุทธิ์ น้ำสะอาดและธรรมชาติที่สวยงามก็สูงขึ้นเป็นเงาตามตัวแต่มีเหตุผลอะไรที่คิดว่าชาติที่จนไม่ต้องการสิ่งเหล่านี้

หันมาดูว่าอะไรบ้างในสิ่งแวดล้อมที่เสื่อมโทรมลงไป การสูญเสียที่ดินที่เป็นป่าไม้ตามธรรมชาติกำลังเป็นสิ่งที่เขย่าขวัญคนในประเทศโลกที่สาม ประเทศไทยเราก็ตื่นตัวอย่างมาก และเพิ่งจะทำอะไรลงไปหลังจากเกิดภัยพิบัติน้ำท่วมและความแห้งแล้ง ประเทศเพื่อนบ้านเรา ในอินเดียและในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ก็ประสบปัญหาเดียวกัน แม้ว่ารายงานอย่างเป็นทางการจะบอกว่าพื้นที่ป่าไม้เหลืออีกเท่านั้นเท่านั้นเปอร์เซ็นต์ แต่ที่น่าทึ่งต่อไปคือ มีพื้นที่ป่าที่เปอร์เซ็นต์ที่มีต้นไม้เพียงพอที่จะเป็นป่าไม้ ปัญหาที่ติดตามมาคือการสูญเสียหน้าดิน ปริมาณน้ำลดลงเนื่องจากป่าไม้ในบริเวณต้นน้ำลำธารลดลง จำนวนสัตว์ป่าลดลง บางชนิดก็สูญพันธุ์ไปเพราะไม่มีที่อยู่อาศัย การประมงชายฝั่งซึ่งเป็นแหล่งทรัพยากรที่เลี้ยงคนหลายล้านในโลกที่สามก็มีปัญหา ความต้องการอาหารที่เพิ่มขึ้นเนื่องจากประชากรเพิ่มขึ้นเป็นเหตุให้ต้องนำเทคโนโลยีการจับปลาทุกรูปแบบมาใช้ แนนอนผู้ที่มีทุนสูงเข้ามาแทนที่ชาวประมงที่จับปลาโดยวิธีดั้งเดิมอีกเช่นเคย ผลสุดท้ายสัตว์น้ำก็ลดลงอย่างน่าใจหาย การปฏิบัติเขียวที่คาดว่าจะช่วยเพิ่มผลผลิตการเกษตรเพื่อเลี้ยงปากเลี้ยงท้องชาวโลกก็ล้มเหลวเนื่องจากพันธุ์พืชใหม่ที่นักวิชาการเกษตรตราตรามสมพันธุ์มาด้วยความลำบาก ตอบสนองต่อการดูแลเอาใจใส่อย่างคนใช้อาหารหนักเท่านั้นต้องทุ่มเททั้งแรงงาน ปุ๋ย ยาปราบศัตรูพืชอย่างมหาศาลจึงจะได้ผลผลิตดี ปัญหาหมอกภาวะที่เคຍແລงฤทธิ์ให้เห็นในประเทศที่พัฒนาแล้วก็กลายมาเป็นปัญหาของประเทศที่กำลังพัฒนา

นอกจากปัญหาสิ่งแวดล้อมที่สำคัญดังกล่าว เรายังจะต้องเผชิญกับการคุกคามที่น่ากลัวจากสงครามนิวเคลียร์ซึ่งเมื่อเทียบกับมหันตภัยอื่น ๆ แล้วเป็นภัยที่จัดอยู่ในอันดับแรกได้ สิ่งที่น่ากลัวในลำดับที่สองคือการเจริญของประชากร คาดว่าประชากรที่จะเพิ่มขึ้นอีกประมาณ 2,000 ล้านคนในคนรุ่นใหม่จะเกิดขึ้นในประเทศโลกที่สาม ถ้าเป็นเช่นนั้นก็กล่าวได้ว่าคนส่วนใหญ่ในรุ่นต่อไปจะเกิดมาจน หรือจะพูดว่า born very poor ก็คงไม่ผิดนัก ที่คุกคามเราเป็นลำดับสามคือการขาดแคลนพลังงาน ถ้าพิจารณาอัตราการบริโภคพลังงานของประเทศที่กำลังพัฒนาอย่างประเทศไทยเป็นเกณฑ์ของประเทศที่กำลังก้าวไปเป็นประเทศอุตสาหกรรม ก็เชื่อได้ว่าปัญหาการขาดแคลนพลังงานจะเป็นสิ่งที่หลีกเลี่ยงไม่ได้ในต้นศตวรรษที่ 21 ภัยสุดท้ายที่คุกคามเราคือสารพิษ ส่วนใหญ่เป็นสารเคมีที่ไม่สลายตัวได้ง่ายอย่างที่คาดคิดไว้ผลตกค้างของสารพิษในระบบนิเวศทำให้ความเข้มข้นของสารพิษมีมากในสัตว์ที่อยู่ปลายลูกโซ่อาหารที่สำคัญคือคนก็เป็นสิ่งมีชีวิตที่อยู่ปลายลูกโซ่อาหาร

เมื่อพิจารณาปัญหาและพิษภัยทั้งหมดแล้วจะเห็นว่าการเร่งรีบพัฒนาการเกษตรและอุตสาหกรรมทำให้ประเทศที่กำลังพัฒนาต้องทุกข์ทรมานกับโรคภัยไข้เจ็บซึ่ง เป็นผลกระทบจากวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ถ้าพิจารณาให้ลึกซึ้งลงไปอีกจะเห็นว่าแนวโน้มการพัฒนาทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีนอกจากจะเป็นการลดความหลากหลายของชนิดสิ่งมีชีวิตแล้วยังเป็นการลดความหลากหลายของวัฒนธรรมด้วย ความจริงในเรื่องนี้คือวัฒนธรรมของชาติ

ใหญ่ที่เจริญแล้วมักจะกลืนวัฒนธรรมของชาติเล็กที่ด้อยกว่า เป็นไปได้ที่สไตลชีวิตการเป็นอยู่ของคนในอนาคตจะคล้ายกันหมดทั้งโลก

ว่ากันมาถึงจุดนี้แล้วอาจดูเหมือนว่าความหวังในอนาคตของเรามีดมน ทุกวันนี้เชื่อว่าประเทศเราลงทุนไปในด้านการพัฒนาทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไม่น้อยกว่า 5 เปอร์เซ็นต์ของโกรชแนชชั่นแนลโปรดัก ความเข้าใจในเทคโนโลยีใหม่และการพัฒนาความสามารถที่จะใช้เทคโนโลยีเหล่านั้นเป็นหัวใจของแนวทางการพัฒนาเพื่ออนาคต ที่สำคัญคือเราต้องพิจารณาขีดความสามารถเชิงเทคโนโลยีของเรา แน่นนอนเราจำเป็นต้องปรับตัวและตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยีอย่างเหมาะสม และต้องระมัดระวังในการนำเทคโนโลยีบางอย่างเข้ามา มิฉะนั้นแล้วเราอาจต้องอยู่แบบไฮเทค-โลทัช (high tech-low touch) ซึ่งไม่ดีไปกว่าอยู่แบบโลเทคไฮทัช (low tech high -touch) แน่นนอน



พิมพ์ที่... สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยรามคำแหง
Ramkhamhaeng University Press.