

ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินต่อปริมาณ และลักษณะการไหลของน้ำท่าในลุ่มน้ำป่าสัก

IMPACT OF LAND USE CHANGES ON STREAMFLOW AND FLOW CHARACTERISTICS OF PASAK BASIN

นิพนธ์ ตั้งธรรม¹
สุวรรณา ยูวานานนท์²

Nipon Tangtham
Suwanna Yuwananont

ABSTRACT

The impacts of land-use changes on streamflow characteristic of Pasak river basin were investigated basing on nineteen-year of observed runoff discharge corresponding to changes of forest area during 1973 to 1991. The regression analysis was applied in determining their relationships. Results indicated that during studied period forest area decreased from 50 percent to 25 percent for the upper part and from 32 percent to 17 percent for the entire Pasak basin. Relationship between streamflow and rainfall was linear and varied directly to annual rainfall. Land-use change during the mentioned period increased quantity of wet flow in the upper Pasak but almost no effect in the lower part of the basin. It was observed that about 92 percent of annual flow was occurred in wet period while only 8 percent flowed in dry season. Watershed management by vegetative rehabilitation and reservoir construction are thus needed for mitigating water shortage in this basin.

บทคัดย่อ

การศึกษาผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินต่อปริมาณ และลักษณะการไหลของน้ำท่าในลุ่มน้ำป่าสัก ดำเนินการโดยใช้ข้อมูลปริมาณน้ำท่า ปริมาณน้ำฝน และพื้นที่ป่าไม้ในระหว่างปี พ.ศ. 2516 - 2534 วิเคราะห์ความสัมพันธ์โดยสมการถดถอยเชิงซ้อน ผลการศึกษาพบว่า ในช่วงเวลาดังกล่าวพื้นที่ป่าไม้ในลุ่มน้ำป่าสักตอนบนลดลงจาก 50 เปอร์เซ็นต์ เหลือ 25 เปอร์เซ็นต์ และในลุ่มน้ำป่าสักทั้งลุ่มลดลงจาก 32 เปอร์เซ็นต์ เหลือ 17 เปอร์เซ็นต์ ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำท่าและปริมาณน้ำฝนมีลักษณะเป็นเส้นตรง และเป็นปฏิภาคโดยตรงกับปริมาณน้ำฝนรายปี เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินพบว่า สักยภาพการเอื้ออำนวยน้ำท่าในช่วงน้ำหลากของลุ่มน้ำป่าสักตอนบนจะเพิ่มมากขึ้น แต่ในลุ่มน้ำป่าสักทั้งลุ่มไม่มีการเปลี่ยนแปลงที่มีนัยสำคัญ จากการวิเคราะห์ลักษณะการไหล พบว่าลุ่มน้ำป่าสักมีน้ำไหลในช่วงน้ำหลากประมาณ 92 เปอร์เซ็นต์ และช่วงน้ำแล้ง 8 เปอร์เซ็นต์ ดังนั้นหากได้มีการดำเนินการจัดการลุ่มน้ำทั้งโดยการจัดการระบบการปลูกพืชและการสร้างอ่างเก็บน้ำอเนกประสงค์ก็จะช่วยแก้ปัญหาการขาดแคลนน้ำในลุ่มน้ำได้ในระดับหนึ่ง

¹ ภาควิชาอนุรักษวิทยา คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จตุจักร กทม. 10900

² ฝ่ายทำแผนที่จากภาพถ่าย กองสำรวจภูมิประเทศ กรมชลประทาน กทม.

คำนำ

ปัจจุบันจะพบว่า ทุกภาคของประเทศประสบกับปัญหาอุทกภัยและภัยแล้งตลอดมา การขาดแคลนน้ำในหน้าแล้งนั้น ประการหนึ่งเนื่องมาจากความต้องการใช้น้ำมีมากขึ้น แต่ปริมาณน้ำฝนซึ่งเป็นแหล่งที่มาของน้ำมีเท่าเดิม อีกประการหนึ่งนั้น ความต้องการใช้ที่ดินมากขึ้น ทำให้พื้นที่ป่าลดน้อยลงและได้ส่งผลให้กระบวนการทางอุทกวิทยาของกลุ่มน้ำเปลี่ยนไป เกิดผลกระทบต่อปริมาณและลักษณะการไหลของน้ำท่าทั้งในฤดูฝนและฤดูแล้ง

ลุ่มน้ำป่าสักเป็นลุ่มน้ำย่อยสำคัญลุ่มน้ำหนึ่งของระบบลุ่มน้ำเจ้าพระยา มีศักยภาพการเอื้ออำนวยน้ำท่าปีละ 2,600 ล้านลูกบาศก์เมตร แต่สามารถเก็บกักไว้ใช้ได้เพียง 300 ล้านลูกบาศก์เมตรต่อปี เท่านั้น ทั้งนี้ น้ำท่าส่วนใหญ่จะไหลหลากในฤดูฝนมากกว่าร้อยละ 80 ของปริมาณน้ำท่าทั้งหมด ทำให้เกิดขาดแคลนน้ำในฤดูแล้ง เนื่องจากศักยภาพในการกักเก็บและการควบคุมการไหลของกลุ่มน้ำได้เสื่อมลง ด้วยเหตุนี้การศึกษาถึงผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินต่อปริมาณน้ำท่าและลักษณะการไหล จะช่วยให้สามารถหาแนวทางในการปรับปรุงลุ่มน้ำป่าสักให้มีศักยภาพในการเอื้ออำนวยน้ำท่าได้มากขึ้น และช่วยบรรเทาปัญหาการเกิดอุทกภัยในฤดูฝน และการขาดแคลนน้ำท่าในฤดูแล้งได้ดียิ่งขึ้น การศึกษาเรื่องนี้มีวัตถุประสงค์ 3 ประการ คือ

1) เพื่อศึกษาถึงการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินในลุ่มน้ำป่าสัก ตั้งแต่ พ.ศ. 2516 - 2534 โดยการประยุกต์ใช้ข้อมูลการสำรวจระยะ

ไกล (remote sensing)

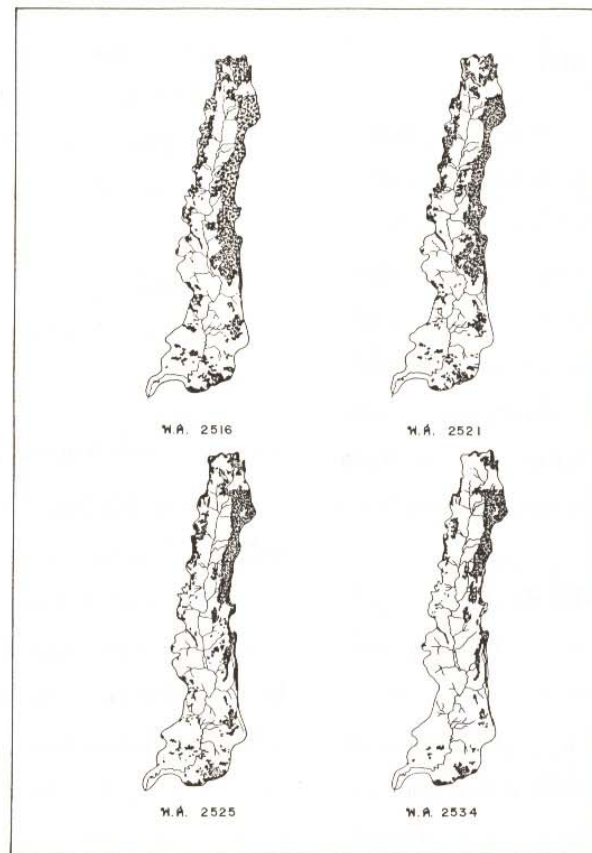
2) เพื่อศึกษาถึงผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินต่อปริมาณและลักษณะการไหลของน้ำท่า ในลุ่มน้ำป่าสักในช่วงเวลาดังกล่าว

3) เพื่อได้ข้อมูลที่เป็นประโยชน์ต่อการกำหนดแนวทาง วางแผนพัฒนา และจัดการลุ่มน้ำป่าสักต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

การศึกษาวิจัยนี้เป็นการศึกษาถึงความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินกับปริมาณและลักษณะการไหลของน้ำท่า โดยอาศัยข้อมูลน้ำท่า (runoff discharge) และพื้นที่การใช้ที่ดินในช่วงเวลา พ.ศ. 2516-2534 ที่ตรวจวัดได้ในลุ่มน้ำป่าสักตอนบน (พื้นที่ 4,000 ตารางกิโลเมตร) และลุ่มน้ำป่าสักทั้งลุ่ม (พื้นที่ 13,780 ตารางกิโลเมตร) ดังแสดงในภาพที่ 1

การหาพื้นที่ป่าไม้ที่เหลืออยู่ในลุ่มน้ำ (EFA) ได้จากแผนที่ป่าไม้ ซึ่งกรมป่าไม้ได้แปลตีความจากภาพถ่ายดาวเทียมแล้วนำมาเทียบเป็นร้อยละของพื้นที่ลุ่มน้ำ ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยทั้งลุ่มน้ำในแต่ละปี (R) ได้จากวิธี Thiessen โดยอาศัยข้อมูลที่ตรวจวัดของกรมอุตุนิยมวิทยา และกรมชลประทาน ข้อมูลปริมาณน้ำท่า (Q) ได้จากการตรวจวัดของกรมชลประทาน ค่าเฉลี่ยปริมาณฝน ปริมาณน้ำท่ารายปี ช่วงน้ำหลาก และช่วงน้ำแล้ง ระหว่างปี พ.ศ. 2516-2534 และข้อมูลป่าไม้ที่เหลืออยู่ในลุ่มน้ำในช่วงเวลาดังกล่าวได้ถูกนำมา วิเคราะห์สหสัมพันธ์เพื่อแสดงผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินต่อปริมาณและลักษณะการไหล



ภาพที่ 1. ตำแหน่งที่ตั้งและพื้นที่ป่าไม้ที่เหลืออยู่ในช่วงปี พ.ศ. 2516-2534 ของลุ่มน้ำป่าสักตอนบนและทั้งลุ่ม

ของน้ำท่าด้วยวิธีวิเคราะห์การถดถอยเชิงซ้อน
(multiple linear regression analysis)

ผลและวิจารณ์

การศึกษาผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินต่อลักษณะการไหลของน้ำท่าของลุ่มน้ำป่าสัก แบ่งการวิเคราะห์ออกเป็น 2 ลักษณะคือ ผลกระทบเฉพาะพื้นที่ลุ่มน้ำตอนบน และผลกระทบทั้งระบบพื้นที่ลุ่มน้ำป่าสักโดยมีผลการศึกษาดังนี้

การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินในลุ่มน้ำป่าสัก

ลุ่มน้ำป่าสักตอนบน จากการศึกษาพบว่า ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2516-2534 มีการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินทำให้พื้นที่ป่าไม้ลดลงถึง 25 เปอร์เซ็นต์ โดยพื้นที่ป่าไม้ที่เหลืออยู่ในปี พ.ศ. 2516, 2521, 2525, 2528, 2532 และ 2534 เป็น 50, 41, 31, 29, 27 และ 25 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 1) จะเห็นว่าในช่วงปี พ.ศ. 2516-2525 พื้นที่ป่าไม้ลดลงถึง 19 เปอร์เซ็นต์ อัตราการลดลงจะสูงกว่าช่วงปี พ.ศ. 2526-2534 ซึ่งลดลง 6 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 1. พื้นที่ป่าไม้ (%) ปริมาณฝน และปริมาณน้ำท่าในช่วงน้ำหลาก ช่วงน้ำแล้ง และเฉลี่ยรายปี ระหว่างปี พ.ศ. 2516-2534 ของลุ่มน้ำป่าสักตอนบน (Upper Pasak)

ปี พ.ศ.	พื้นที่ป่าไม้ (%)	ปริมาณฝน (มม.)			ปริมาณน้ำท่า (มม.)		
		ช่วงน้ำหลาก	ช่วงน้ำแล้ง	รายปี	ช่วงน้ำหลาก	ช่วงน้ำแล้ง	รายปี
2516	49.83*	749	79	828	80.7	103.0	183.7
2517	48.00	721	268	989	89.1	36.5	125.6
2518	46.40	840	99	939	157.9	37.1	195.0
2519	44.65	1149	87	1236	212.1**	37.0**	249.1**
2520	43.00	755	119	874	121.1**	32.0**	153.1**
2521	41.23*	1185	157	1342	230.2	54.2	284.4
2522	38.60	689	144	833	94.2	32.2	127.4
2523	36.00	1116	121	1237	197.1	53.2	250.3
2524	33.40	901	145	1045	145.7	38.9	184.4
2525	30.60*	931	123	1054	124.7	40.5	165.2
2526	30.15	839	136	975	-	-	-
2527	29.65	996	116	1112	-	-	-
2528	29.12	849	96	945	-	-	-
2529	28.75	708	237	945	-	-	-
2530	28.20	957	133	1091	-	-	-
2531	27.75	809	170	979	-	-	-
2532	27.07*	875	240	1115	-	-	-
2533	26.00	1027	74	1101	-	-	-
2534	24.78*	921	126	1047	-	-	-

หมายเหตุ * เป็นค่าที่ได้จากแผนที่ป่าไม้ของกรมป่าไม้ ที่แปลตีความจากภาพถ่ายดาวเทียม ส่วนค่าอื่นๆ คำนวณได้จากกราฟในภาพที่ 4

** ได้จากสมการถดถอยที่วิเคราะห์ได้

ลุ่มน้ำป่าสักทั้งลุ่ม พบว่า ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2516-2534 พื้นที่ป่าไม้ลดลง 15 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งต่ำกว่าลุ่มน้ำป่าสักตอนบน โดยพื้นที่ป่าไม้ที่เหลืออยู่ในปี พ.ศ. 2516, 2521, 2525, 2532 และ 2534 เป็น 32, 27, 20, 18, 18 และ 17 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 2) จะเห็นได้ว่าในช่วงปี พ.ศ. 2516-2525 พื้นที่ป่าไม้ลดลง 12 เปอร์เซ็นต์ มีอัตราการ

สูงกว่าช่วงปี พ.ศ. 2526 - 2534 ซึ่งลดเพียง 3 เปอร์เซ็นต์

พื้นที่เกษตรที่เกิดขึ้นภายหลังการเปลี่ยนสภาพป่า ส่วนใหญ่จะประกอบด้วย ไร่ข้าวโพด มันสำปะหลัง ดังเช่น ในจังหวัดเพชรบูรณ์ ซึ่งพื้นที่เกือบทั้งหมดอยู่ในเขตลุ่มน้ำป่าสัก พื้นที่ป่าไม้ในปี พ.ศ. 2518 มี 36 เปอร์เซ็นต์ ได้ลดลงเหลือ

ตารางที่ 2. พื้นที่ป่าไม้ (%) ปริมาณฝน และปริมาณน้ำท่าในช่วงน้ำหลาก ช่วงน้ำแล้ง และเฉลี่ยรายปี ระหว่างปี พ.ศ. 2516-2534 ของลุ่มน้ำป่าสักทั้งลุ่ม (entire watershed)

ปี พ.ศ.	พื้นที่ป่าไม้ (%)	ปริมาณฝน (มม.)			ปริมาณน้ำท่า (มม.)		
		ช่วงน้ำหลาก	ช่วงน้ำแล้ง	รายปี	ช่วงน้ำหลาก	ช่วงน้ำแล้ง	รายปี
2516	32.19*	828	152	980	69.3	5.1	74.4
2517	31.10	939	295	1234	82.3	12.4	94.7
2518	30.00	1118	147	1265	212.3	11.9	224.2
2519	29.00	1067	109	1176	185.7	15.1	200.8
2520	27.90	819	173	992	87.7	9.3	97.0
2521	26.63*	1178	143	1321	352.0	16.8	368.8
2522	25.00	889	157	1046	57.5	8.5	66.0
2523	23.20	1026	167	1195	195.0	13.8	208.8
2524	21.40	1097	240	1337	150.5	13.7	164.2
2525	19.50*	1061	138	1199	189.1	16.3	205.4
2526	19.00	1086	164	1250	169.7	19.0	188.7
2527	18.60	1007	177	1184	175.1	17.5	192.6
2528	18.10*	1118	142	1260	226.2	20.9	247.1
2529	18.00	933	187	1120	64.1	14.4	78.5
2530	17.90	1087	200	1287	199.2	12.3	211.5
2531	17.80	1046	228	1274	103.4	24.5	127.9
2532	17.74*	1099	151	1250	85.9	6.4	92.3
2533	17.30	898	203	1101	143.8	6.9	150.7
2534	16.88*	883	91	974	190.4	9.6	200.0

หมายเหตุ: * เป็นค่าที่ได้จากแผนที่ป่าไม้ของกรมป่าไม้ ที่แปลตีความจากภาพถ่ายดาวเทียม ส่วนค่าอื่นๆ ได้จากการอ่านกราฟ ในภาพที่ 5

21 เปอร์เซ็นต์ ในปี พ.ศ. 2534 และทำให้พื้นที่เกษตรเพิ่มขึ้น 7 เปอร์เซ็นต์

การเปลี่ยนแปลงสภาพการใช้ที่ดินทำให้พื้นที่ป่าไม้ลดลงอย่างรวดเร็ว โดยเฉพาะอย่างยิ่งในช่วงปี พ.ศ. 2516 -2525 เนื่องจากมีการบุกเบิกที่ดินเพื่อทำการเพาะปลูกพืชเศรษฐกิจเพิ่มมากขึ้น ส่วนในช่วงปีหลังอัตราการลดลงของพื้นที่ป่าไม้ลดน้อยลง ทั้งนี้เพราะพื้นที่ป่าไม้ที่เหลือส่วนใหญ่

อยู่ในภูมิประเทศที่สูงชัน ลักษณะพื้นที่ไม่เหมาะสำหรับการเกษตร

ปริมาณและลักษณะการไหลของน้ำท่า

ปริมาณน้ำท่าเฉลี่ย รายปี ช่วงน้ำแล้ง และช่วงน้ำหลาก

ลุ่มน้ำป่าสักตอนบน ลุ่มน้ำป่าสักตอนบน มีศักยภาพในการเอื้ออำนวยน้ำท่ารายปีเฉลี่ย 185

มิลลิเมตร คิดเป็น 18 เปอร์เซ็นต์ของน้ำฝนรายปี (ตารางที่ 3) โดยจะเป็นปริมาณน้ำทำในช่วงน้ำหลาก (มิถุนายน-พฤศจิกายน) ประมาณ 134 มิลลิเมตร ซึ่งคิดเป็น 72 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณน้ำทำรายปี เหลือปริมาณน้ำทำในช่วงน้ำแล้ง (ธันวาคม-พฤษภาคม) ประมาณ 51 มิลลิเมตร หรือประมาณ 28 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณน้ำทำรายปี และเมื่อทำการศึกษาโดยแบ่งเป็น 2 ช่วงเวลา ระหว่างปี พ.ศ. 2516-2520 และจาก พ.ศ. 2521-2525 พบว่าระหว่างปี พ.ศ. 2516-2520 เมื่อพื้นที่ป่าไม้ลดลงจาก 50 เปอร์เซ็นต์เหลือ 43 เปอร์เซ็นต์และมีฝนตกเฉลี่ย 973 มิลลิเมตร/ปีนั้น จะมีปริมาณน้ำทำรายปีเฉลี่ย 168 มิลลิเมตร คิดเป็น 17 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณน้ำฝนทั้งปีโดยเป็นปริมาณน้ำทำในช่วงน้ำหลาก 65 เปอร์เซ็นต์ (109 มิลลิเมตร) และปริมาณน้ำทำในช่วงน้ำแล้ง 35 เปอร์เซ็นต์ (60 มิลลิเมตร) ส่วนในช่วงปี พ.ศ. 2521-2525 ซึ่งป่าลดลงจาก 43 เปอร์เซ็นต์ เหลือ 30 เปอร์เซ็นต์ และมีฝนเฉลี่ย 1,102 มิลลิเมตร/ปี จะมีปริมาณน้ำทำรายปี 202 มิลลิเมตร คิดเป็น 18

เปอร์เซ็นต์ของน้ำฝนรายปี โดยเป็นปริมาณน้ำทำในช่วงน้ำหลาก 78 เปอร์เซ็นต์ (158 มิลลิเมตร) และปริมาณน้ำทำในช่วงน้ำแล้ง 22 เปอร์เซ็นต์ (44 มิลลิเมตร)

จะเห็นว่าจากการที่มีการเปลี่ยนแปลงสภาพการใช้ประโยชน์ที่ดิน ทำให้พื้นที่ป่าไม้ลดลง และส่งผลกระทบต่อปริมาณน้ำทำ โดยเฉพาะปริมาณน้ำทำในช่วงน้ำหลากจะเพิ่มมากขึ้น จาก 65 เปอร์เซ็นต์ ในช่วงปี พ.ศ. 2516-2520 เป็น 78 เปอร์เซ็นต์ ในช่วงปี พ.ศ. 2521-2525 และปริมาณน้ำทำในช่วงน้ำแล้งลดลงจาก 35 เปอร์เซ็นต์ เป็น 22 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งส่งผลให้น้ำไหลในหน้าแล้งน้อยลง ทั้งนี้อาจเป็นไปได้ว่าการทำลายป่าไม้ทำให้ขาดพืชพรรณที่ปกคลุมดินซึ่งทำหน้าที่ช่วยยับยั้งการไหลของน้ำไหลบ่าหน้าดิน จึงทำให้น้ำหลากไปหมดในช่วงฤดูฝนและมีเหลืออยู่น้อยในช่วงฤดูแล้ง ซึ่ง Satterlund (1972) และ Ward (1974) ได้เห็นพ้องกันว่าพืชปกคลุมดินโดยเฉพาะอย่างยิ่งป่าไม้จะมีอิทธิพลต่อปริมาณและลักษณะการไหลของน้ำทำอย่างยิ่ง

ตารางที่ 8. ปริมาณฝน และปริมาณน้ำทำของกลุ่มน้ำป่าสักตอนบน ในช่วงน้ำหลาก ช่วงน้ำแล้ง และรายปีเฉลี่ย ทุกช่วงเวลา 5 ปี ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2516-2534 หน่วยเป็นมิลลิเมตร

ช่วงปี	ปริมาณฝน (มม.)					ปริมาณน้ำทำ (มม.)					
	ช่วงน้ำ หลาก	%	ช่วงน้ำ แล้ง	%	รายปี	ช่วงน้ำ หลาก	%	ช่วงน้ำ แล้ง	%	รายปี	% ของ ฝน
2516-2520	843	86.59	130	13.41	973	109.3	64.98	59.9	35.02	168.2	17.27
2521-2525	964	87.49	138	12.51	1102	158.4	78.29	43.9	21.71	202.3	18.35
2526-2530	870	85.82	144	14.18	1014	-	-	-	-	-	-
2531-2534	908	85.62	152	14.38	1060	-	-	-	-	-	-
เฉลี่ย	869	86.39	141	13.61	1037	133.8	72.25	51.4	27.75	185.2	-
% ของน้ำฝน	-	-	-	-	-	12.90	-	4.9	-	17.85	-

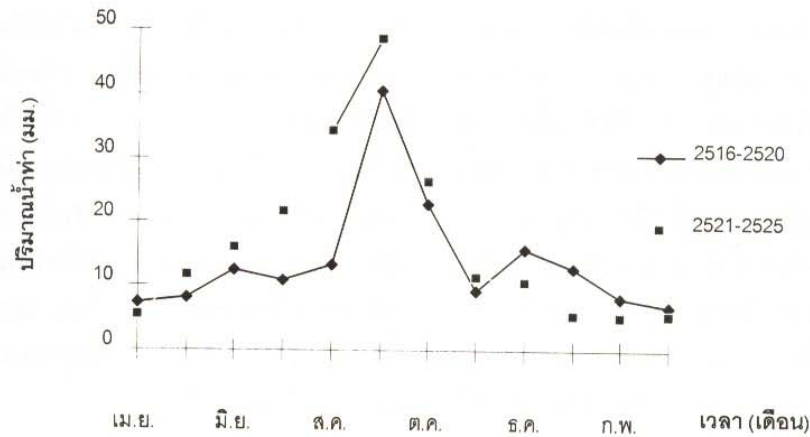
ลุ่มน้ำป่าสักทั้งลุ่ม ลุ่มน้ำป่าสักทั้งหมด มีศักยภาพในการเอื้ออำนวยน้ำทำรายปีเฉลี่ย 167 มิลลิเมตร คิดเป็น 14 เปอร์เซ็นต์ของน้ำฝน (ตารางที่ 4) โดยจะเป็นปริมาณน้ำทำในช่วงน้ำหลาก ประมาณ 154 มิลลิเมตร ซึ่งคิดเป็น 92 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณน้ำทำรายปี และปริมาณน้ำทำในช่วงแล้ง 13 มิลลิเมตร คิดเป็น 8 เปอร์เซ็นต์ ของปริมาณน้ำทำรายปี และเมื่อทำการศึกษาโดยแบ่งเป็น 4 ช่วงคาบเวลา คาบละ 5 ปี ปรากฏว่าในช่วงปี พ.ศ. 2516 - 2520 ซึ่งพื้นที่ลุ่มน้ำมีป่าลดลงจาก 32 เปอร์เซ็นต์ เหลือ 28 เปอร์เซ็นต์ และมีฝนเฉลี่ยรายปี 1,130 มิลลิเมตร ได้ปริมาณน้ำทำรายปีเฉลี่ย 138 มิลลิเมตร คิดเป็น 12 เปอร์เซ็นต์ ของปริมาณฝนรายปี เป็นปริมาณน้ำทำในช่วงน้ำหลาก 92 เปอร์เซ็นต์ (127 มิลลิเมตร) ระหว่างปี พ.ศ. 2521 - 2525 ซึ่งพื้นที่ป่าได้ลดลงจาก 28 เปอร์เซ็นต์ หรือ 20 เปอร์เซ็นต์ และมีฝนตกเฉลี่ยทั้งปี 1,219 มิลลิเมตร ได้ปริมาณน้ำทำรายปีเฉลี่ย

203 มิลลิเมตร คิดเป็น 17 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณฝนรายปี เป็นปริมาณน้ำทำในช่วงน้ำหลาก 93 เปอร์เซ็นต์ (189 มิลลิเมตร) และปริมาณน้ำทำในช่วงน้ำแล้ง 7 เปอร์เซ็นต์ (14 มิลลิเมตร)

ระหว่างปี พ.ศ. 2526 - 2530 ซึ่งพื้นที่ป่าในลุ่มน้ำป่าสักได้ลดลงจาก 20 เปอร์เซ็นต์ เหลือ 18 เปอร์เซ็นต์ และฝนตกเฉลี่ยทั้งปี 1,220 มิลลิเมตร ได้ปริมาณน้ำทำรายปีเฉลี่ย 15 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณฝนรายปี เป็นปริมาณน้ำทำในช่วงน้ำหลาก 91 เปอร์เซ็นต์ (167 มิลลิเมตร) และในช่วงน้ำแล้ง 9 เปอร์เซ็นต์ (17 มิลลิเมตร) และระหว่างปี พ.ศ. 2531 - 2534 ซึ่งเป็นคาบสุดท้าย พื้นที่ป่าเหลืออยู่ในปี 2534 ประมาณ 17 เปอร์เซ็นต์ เมื่อมีฝนตกโดยเฉลี่ยปีละ 1,150 มิลลิเมตร จะให้ปริมาณน้ำทำโดยเฉลี่ย 12 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณฝนรายปีโดยเป็นปริมาณน้ำทำในช่วงน้ำหลาก 92 เปอร์เซ็นต์ (131 มิลลิเมตร) ช่วงน้ำแล้ง 8 เปอร์เซ็นต์ (12 มิลลิเมตร)

ตารางที่ 4. ปริมาณฝน และปริมาณน้ำทำของลุ่มน้ำป่าสักทั้งลุ่ม ในช่วงน้ำหลาก ช่วงน้ำแล้ง และรายปีเฉลี่ย ทุกช่วงเวลา 5 ปี ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2510 - 2534 หน่วยเป็นมิลลิเมตร

ช่วงปี	ปริมาณฝน (มม.)					ปริมาณน้ำทำ (มม.)					
	ช่วงน้ำ หลาก	%	ช่วงน้ำ แล้ง	%	รายปี	ช่วงน้ำ หลาก	%	ช่วงน้ำ แล้ง	%	รายปี	% ของ ฝน
2516-2520	954	84.45	176	15.55	1130	127.5	92.20	10.8	7.99	138.3	12.23
2521-2525	1050	86.11	169	13.89	1219	188.8	93.19	13.8	6.81	202.6	16.61
2526-2530	1046	85.72	174	14.28	1220	166.9	90.84	16.8	9.16	183.7	15.05
2531-2534	982	85.37	168	14.63	1150	130.9	91.70	11.8	8.30	142.7	12.41
เฉลี่ย	1008	85.43	172	14.57	1180	153.5	92.02	13.3	7.98	166.8	-
% ของฝน	-	-	-	-	-	13.01	-	1.13	-	14.14	-



ภาพที่ 2. กราฟน้ำท่าเปรียบเทียบ 2 ช่วงเวลา พ. ศ. 2516-2520 และ 2521-2525 ของลุ่มน้ำป่าสักตอนบน

จะเห็นได้ว่า ปริมาณน้ำในช่วงน้ำหลากมีค่าใกล้เคียงกันคือประมาณ 91-93 เปอร์เซ็นต์ และในช่วงน้ำแล้งมีปริมาณน้ำท่าเพียง 7-9 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งแตกต่างจากลุ่มน้ำป่าสักตอนบนอย่างเห็นได้ชัด เนื่องจากพื้นที่ป่าไม้ของลุ่มน้ำป่าสักตอนล่างเหลืออยู่น้อยกว่าในพื้นที่ลุ่มน้ำตอนบน แสดงว่าการลดลงของพื้นที่ป่าไม้ ในกรณีที่พื้นที่ป่าไม้ทั้งหมดเหลืออยู่ในลุ่มน้ำเป็นจำนวนมากจะส่งผลกระทบต่อการเพิ่มขึ้นของปริมาณน้ำท่ามากกว่าการลดลงของพื้นที่ป่าไม้ ในขณะที่พื้นที่ป่าไม้ในลุ่มน้ำนั้นมีเหลืออยู่น้อย

ลักษณะการไหลของน้ำท่า

การวิเคราะห์กราฟน้ำท่า (hydrograph) ของลุ่มน้ำป่าสักตอนบนและป่าสักทั้งลุ่ม เปรียบเทียบกัน 4 ช่วงเวลาดังกล่าว ได้ผลการศึกษาน่าสนใจดังนี้

ลุ่มน้ำป่าสักตอนบน เนื่องจากข้อมูลน้ำท่ามีจำกัดเพียงถึงปี พ.ศ. 2526 เท่านั้น จึงกำหนดช่วงเวลาเพียง 2 ช่วงเวลา คือ พ.ศ. 2516-2520 และช่วง พ.ศ. 2521-2525 ดังแสดงไว้ในภาพที่ 2 ซึ่งจะเห็นได้ว่าลักษณะการขึ้นของกราฟน้ำท่าไม่ชันนักโดยจะเริ่มขึ้นตั้งแต่เดือนพฤษภาคม จนกระทั่งขึ้นสูงสุดในเดือนกันยายน และลดลงมากในเดือนตุลาคมและพฤศจิกายนและจะค่อยๆ ลดลงต่ำสุดในเดือนเมษายน เนื่องจากเดือนกุมภาพันธ์-มีนาคม ดินในพื้นที่ลุ่มน้ำยังคงแห้งอยู่มาก ดังนั้นฝนที่ตกในช่วงแรกๆ จึงเอื้ออำนวยต่อผลผลิตน้ำท่าน้อย ต่อเมื่อฝนตกมากขึ้นทำให้ดินชื้นและอิ่มตัว ทำให้เกิดน้ำไหลบ่าหน้าดินกลายเป็นปริมาณน้ำท่าเพิ่มมากขึ้น และสูงสุดในเดือนกันยายน แต่ในช่วง พ.ศ. 2521-2525 มีอัตราหลากสูงสุดของน้ำท่า (peak flow) สูงกว่าช่วงปี พ.ศ. 2516-2520

เนื่องจากช่วงปีหลังมีปริมาณฝนในเดือนกันยายน สูงถึง 253 มิลลิเมตร สูงกว่าเดือนเดียวกันในช่วงเวลาแรก (186 มิลลิเมตร) ประมาณ 67 มิลลิเมตร ประกอบกับในช่วงเวลาแรก พื้นที่ลุ่มน้ำป่าสักมีป่าอยู่ถึง 50 เปอร์เซ็นต์ (พ.ศ. 2516) จึงช่วยยับยั้งน้ำไหลบ่าหน้าดินและทำให้น้ำซึมลงสู่ผิวดินและค่อยๆ ปลดปล่อยน้ำสู่ลำธาร เมื่อพื้นที่ป่าลดน้อยลงเหลือ 30 เปอร์เซ็นต์ในปี พ.ศ. 2525 ซึ่งพื้นที่ลุ่มน้ำถูกใช้ทำการเกษตรกรรมเพิ่มขึ้น 20 เปอร์เซ็นต์ เป็นเหตุให้ดินแน่นทึบขึ้น น้ำซึมลงสู่ดินได้ยาก ทำให้เกิดน้ำไหลบ่าหน้าดินเพิ่มมากขึ้น อันเป็นผลส่งผลให้ปริมาณน้ำท่าเพิ่มมากขึ้น (Patrick 1973)

ลุ่มน้ำป่าสักทั้งลุ่ม จากกราฟน้ำท่าที่แบ่งออกเป็น 4 ช่วงเวลา (ภาพที่ 3) จะเห็นว่าลักษณะการขึ้นของกราฟมีลักษณะคล้ายคลึงกัน ก็จะเริ่มขึ้นตั้งแต่มิถุนายน และสูงสุดในเดือนเมษายนโดยที่ลักษณะการขึ้นของกราฟน้ำท่าจะสอดคล้องกับปริมาณฝนเฉลี่ยรายเดือนสูงสุดของ 4 ช่วงเวลา คือ 213, 306, 270, 213 มิลลิเมตร ตามลำดับ

เมื่อเปรียบเทียบกราฟน้ำท่าระหว่างช่วงที่ 1 กับช่วงที่ 2 จะเห็นว่า ช่วงที่ 2 กราฟน้ำท่าเริ่มในเดือนตุลาคม ทั้งนี้เนื่องจากในช่วงที่ 1 มีพื้นที่ป่าไม้ 32 เปอร์เซ็นต์ (พ.ศ. 2516) ลดลงเหลือ 20 เปอร์เซ็นต์ (พ.ศ. 2525) ในช่วงที่ 2 เมื่อป่าไม้ลดลงทำให้การใช้หน้าดินโดยป่าไม้ลดลง มีน้ำไหลบ่าหน้าดินเพิ่มมากขึ้น แต่ในช่วงที่ 3 และ 4 อัตราการไหลของน้ำท่ากลับลดลงทั้งนี้อาจเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงในการใช้ประโยชน์ที่ดินเป็นพื้นที่เกษตร มีอ่างเก็บน้ำเพิ่มขึ้นทำให้มีการนำน้ำไปใช้และเก็บกักไว้ในอ่างเก็บน้ำ จึงทำให้ปริมาณน้ำ

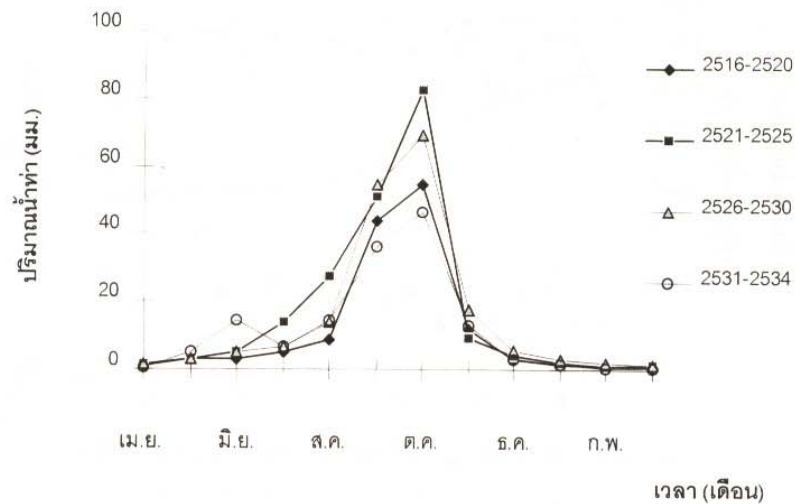
ท่าในพื้นที่ลุ่มน้ำทั้งลุ่มลดลง เมื่อพิจารณาน้ำท่าในช่วงน้ำหลากจะเห็นได้ว่ามีปริมาณใกล้เคียงกันทั้ง 4 ช่วงเวลา คือประมาณ 91-93 เปอร์เซ็นต์และในช่วงน้ำแล้งมีเพียง 7-9 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งให้เห็นได้ชัดเจนว่าพื้นที่ป่าในพื้นที่ตอนล่างมีบทบาทในการควบคุมปริมาณน้ำท้าน้อยมาก ดังนั้นการที่จะทำให้น้ำท่าสม่ำเสมอตลอดปีควรต้องมีการกักเก็บน้ำท่าในช่วงน้ำหลากเอาไว้ แล้วค่อยๆ ปล่อยน้ำท่ามาใช้ในช่วงน้ำแล้งเพื่อแก้ไขปัญหาคาราคาเข่งน้ำในช่วงฤดูแล้ง

ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินต่อปริมาณน้ำท่า

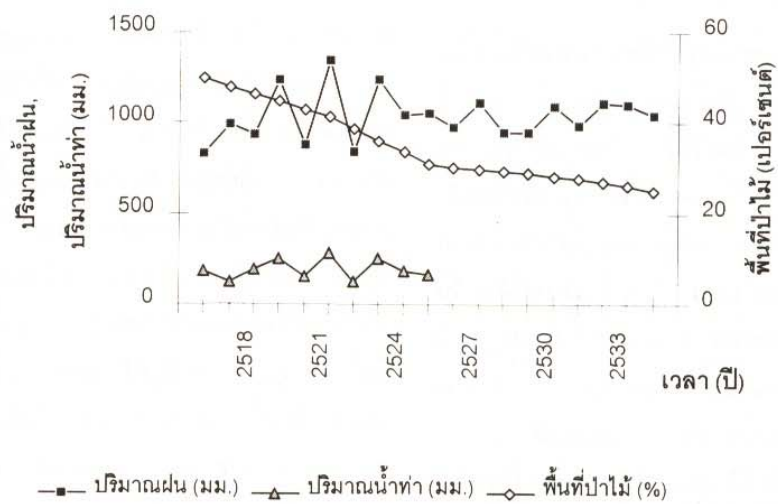
ความผันแปรของน้ำท่าและน้ำฝนกับการลดลงของพื้นที่ป่าในลุ่มน้ำป่าสัก

เพื่อตรวจสอบแนวโน้มของปริมาณฝนและปริมาณน้ำท่าในลุ่มน้ำป่าสัก เมื่อพื้นที่ป่าไม่ได้ถูกเปลี่ยนแปลงไปเป็นพื้นที่เกษตร ได้นำค่าตัวแปร (variable) ทั้ง 3 คือ พื้นที่ป่าไม้ ปริมาณฝน ปริมาณน้ำท่า มาเขียนกราฟไว้ในภาพเดียวกัน ดังแสดงไว้ในภาพที่ 4 และ 5

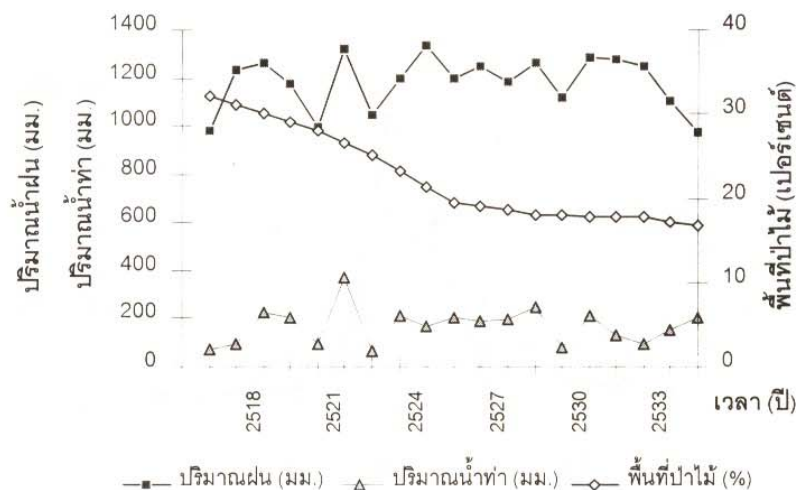
จากภาพทั้งสองชี้ให้เห็นว่า ขณะที่พื้นที่ป่าไม้ในลุ่มน้ำป่าสักลดน้อยลงปริมาณฝนยังคงมีความผันแปรเหมือนเดิม ส่วนปริมาณน้ำท่ามีแนวโน้มเปลี่ยนแปลงไปตามปริมาณฝน จึงสรุปได้ว่าการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินในลุ่มน้ำป่าสักไม่ได้ส่งผลกระทบต่อความผันแปรของปริมาณน้ำท่าและน้ำฝน แต่จะส่งผลกระทบต่อลักษณะการไหลของน้ำท่า การไหลสูงสุด (peak flow) ของน้ำท่าคือทำให้มีอัตราการไหลของน้ำสูงขึ้น



ภาพที่ 3. กราฟน้ำท่าเปรียบเทียบ 4 ช่วงเวลา พ. ศ. 2516 - 2520, 2521 - 2525, 2526 - 2530 และ 2531-2534 ของลุ่มน้ำป่าสักทั้งลุ่ม



ภาพที่ 4. การเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าไม้ ปริมาณฝน ปริมาณน้ำท่า ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2516-2534 ของลุ่มน้ำป่าสักตอนบน



ภาพที่ 5. การเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าไม้ ปริมาณฝน ปริมาณน้ำท่า ตั้งแต่ปี พ. ศ. 2516-2534 ของลุ่มน้ำป่าสักทั้งหมด

ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำท่ากับ ปริมาณน้ำฝนและพื้นที่ป่าไม้

เมื่อทำการวิเคราะห์สหสัมพันธ์ระหว่าง ปริมาณน้ำท่ากับปริมาณฝน (มิลลิเมตร) และพื้นที่ ป่าไม้ (%) โดยใช้วิธี วิเคราะห์การถดถอย เชิงซ้อนและใช้วิธี stepwise analysis เพื่อเลือกตัวแปรที่สำคัญที่สุด ผลการวิเคราะห์ได้สมการสหสัมพันธ์ แสดงในตารางที่ 5 ซึ่งอธิบายได้ว่า ใน ลุ่มน้ำป่าสักตอนบน ปริมาณฝนทั้งปี (R_{year}) มี อิทธิพลต่อปริมาณน้ำท่ารายปี (Q_{year}) และปริมาณ น้ำท่าช่วงน้ำหลาก (Q_{wet}) ดังสมการที่ (1) และ (3) แต่พื้นที่ป่าไม้ (EFA) มีอิทธิพลต่อปริมาณน้ำ ท่ารายปีเท่านั้น ดังสมการที่ (1) ส่วนลุ่มน้ำป่าสัก ทั้งลุ่ม พบว่าปริมาณฝนรายปี และปริมาณฝนใน ช่วงฤดูฝน (R_{wet}) มีอิทธิพลต่อปริมาณน้ำท่ารายปี และช่วงน้ำหลาก

จะเห็นได้ว่าปริมาณฝนมีอิทธิพลต่อปริมาณ น้ำท่าประมาณ 56-80 เปอร์เซ็นต์ ทั้งนี้เนื่องจากมี ปัจจัยอื่น ๆ เข้ามาเกี่ยวข้องด้วย เช่น การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินเป็นพื้นที่เกษตร แหล่งชุมชน เขื่อนเก็บกักน้ำ เป็นต้น แต่เป็นที่น่า สังเกตว่า เมื่อเปรียบเทียบระหว่างลุ่มน้ำป่าสัก ตอนบนกับลุ่มน้ำป่าสักตอนล่างจะพบว่า ในลุ่ม น้ำป่าสักตอนล่างอิทธิพลของปริมาณฝนต่อ ปริมาณน้ำท่าจะลดลงประมาณ 20 เปอร์เซ็นต์ ทั้ง นี้เนื่องจากลุ่มน้ำป่าสักมีรูปร่างแคบเรียวยาวคล้าย ขนนก มีแม่น้ำป่าสักไหลผ่านกลางลุ่มน้ำ ระยะ ทางการไหลของลุ่มน้ำป่าสักตอนล่างจะยาวและ ตลอดสองฝั่งลำน้ำมีการทำการเกษตร จึงมีการใช้ น้ำในลุ่มน้ำป่าสักตอนล่างมาก และพื้นที่ลุ่มน้ำมี ขนาดใหญ่กว่า มีพื้นที่รับน้ำมากกว่า ดังนั้น โอกาสที่ดินจะซึมซับน้ำได้มีมากกว่าพื้นที่ตอน

ตารางที่ 5. สมการถดถอยเชิงเส้น แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายปี ช่วงน้ำหลาก กับ ปริมาณฝนเฉลี่ยรายปี ช่วงน้ำหลาก และพื้นที่ป่าไม้ ของลุ่มน้ำป่าสักตอนบน และทั้งลุ่ม

Models	Model No.	R ²	ΔR ²	F-ratio
Upper Pasak Basin				
$Q_{\text{year}} = -64.2967 + 0.2464 \text{ EFA} + 0.2602 R_{\text{year}}$ $= -122.3535 + 1.1169 \text{ EFA} + 0.2602 R_{\text{year}}$	(1)	0.6611		13.657**
	(2)	0.6851	0.024	6.526**
$Q_{\text{wet}} = -128.2207 + 0.2615 R_{\text{year}}$ $= -115.4009 + 0.2466 \text{ EFA} + 0.2585 R_{\text{year}}$	(3)	0.7894		26.237**
	(4)	0.7906	0.0012	11.328**
Entire Pasak Basin				
$Q_{\text{year}} = -200.7958 + 0.4989 R_{\text{year}} + 0.9692 R_{\text{wet}}$ $= 346.4170 + 0.7582 \text{ EFA} + 0.4929 R_{\text{wet}}$	(5)	0.5761		10.873**
	(6)	0.4827	-0.0934	7.466**
$Q_{\text{wet}} = -203.5637 + 0.5147 R_{\text{year}} + 0.9574 R_{\text{wet}}$ $= 338.4967 + 0.9447 \text{ EFA} + 0.4676 R_{\text{wet}}$	(7)	0.5622		10.272**
	(8)	0.4582	-0.1040	6.766**

หมายเหตุ R² = สัมประสิทธิ์ตัวกำหนด
 ** = มีนัยสำคัญอย่างยิ่งทางสถิติ (ที่ระดับความเชื่อมั่น 99 %)
 * = มีนัยสำคัญทางสถิติ (ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %)

บน และเมื่อนำปัจจัยพื้นที่ป่าไม้มาวิเคราะห์ร่วมกับปริมาณน้ำฝน ปรากฏว่าอิทธิพลของป่าไม้นั้นไม่มีนัยสำคัญทางสถิติต่อปริมาณน้ำท่า ดังสมการ (2), (4), (6), และ (7) ป่าไม้และปริมาณน้ำฝนมีอิทธิพลร่วมกันต่อปริมาณน้ำท่าประมาณ 68-80 เปอร์เซ็นต์ ในลุ่มน้ำป่าสักตอนบน และประมาณ 46-48 เปอร์เซ็นต์ ในลุ่มน้ำป่าสักทั้งลุ่ม โดยส่วนใหญ่จะเป็นอิทธิพลของปริมาณฝน ส่วนป่าไม้แสดงอิทธิพลปริมาณน้ำท้าน้อยมาก

สรุป

การศึกษาถึงผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินต่อปริมาณน้ำท่าและลักษณะการไหลของน้ำท่าในลุ่มน้ำป่าสัก สรุปได้ว่าการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าไม้ในลุ่มน้ำป่าสักตอน

บนและทั้งลุ่ม เพื่อใช้ทำการเกษตรเมื่อปี พ.ศ. 2516 มีอยู่ 50 และ 32 เปอร์เซ็นต์ ของพื้นที่ลุ่มน้ำได้ลดลงเหลือ 25 และ 17 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ในปี พ.ศ. 2534 ส่งผลให้ศักยภาพในการเอื้ออำนวยน้ำท่าของลุ่มน้ำป่าสักตอนบนในช่วงน้ำหลากเพิ่มมากขึ้นจาก 72 เปอร์เซ็นต์ เป็น 80 เปอร์เซ็นต์ ทำให้เกิดการขาดแคลนน้ำในช่วงหน้าแล้งเพราะระบบลุ่มน้ำซึ่งป่าไม้และดินเสื่อมศักยภาพในการเก็บกักน้ำ ดังนั้น จึงควรปรับปรุงพื้นที่ลุ่มน้ำให้มีการกักเก็บน้ำไว้ในดินให้มากขึ้นในช่วงฤดูฝนโดยปลูกป่าเพิ่มเติมและใช้มาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำในลุ่มน้ำป่าสักตอนบน โดยเฉพาะบริเวณที่เป็นแหล่งต้นน้ำลำธาร ส่วนลุ่มน้ำป่าสักตอนล่างซึ่งมีศักยภาพในการเอื้ออำนวยน้ำท่าในช่วงน้ำหลาก ถึงประมาณ 90 เปอร์เซ็นต์ ทำ

ให้การสูญเสียปริมาณน้ำทำไปในช่วงน้ำหลาก
อย่างมาก สมควรที่จะมีอ่างเก็บน้ำขนาดใหญ่เพื่อ
เก็บกักน้ำในช่วงน้ำหลากไว้ใช้ในช่วงน้ำแล้ง จะ
ทำให้พื้นที่ได้อ่างเก็บน้ำมีน้ำใช้ในปริมาณและ
ช่วงเวลาที่ยาวนาน ทั้งนี้การฟื้นฟูสภาพลุ่มน้ำตอน
ล่างให้กลับเข้าสู่ระบบนิเวศลุ่มน้ำให้ดีขึ้นเหมือน
เดิมนั้นเป็นไปได้ยาก

เอกสารอ้างอิง

- Patrick, J.H. 1973. Deforestation effect on soil moisture, streamflow and water balance in the central appalachians. For. Serv. USDA. Res, Paper No. NE-259. 12 p.
- Satterlund, D.R. 1972. Wildland Watershed Management. The Ronald Press Co. Ltd., New York. 370 p.
- Ward, R.C. 1974. Principles of Hydrology. McGraw-Hill Book Company (UK) Limited, London. 367 p.