

# สารบัญ

	หน้า
คำนำ	
<b>บทที่ 1 บทนำ (INTRODUCTION)</b>	<b>1</b>
จุดมุ่งหมาย	1
คำนำ	2
ความหมายของอุทกภูมิศาสตร์	2
ส่วนประกอบของอุทกภาค	3
คุณสมบัติของน้ำ	8
สรุป	13
คำถามท้ายบท	14
<b>บทที่ 2 อุทกวัฏจักร (HYDROLOGICAL CYCLE)</b>	<b>15</b>
จุดมุ่งหมาย	15
ลักษณะทั่วไปของอุทกวัฏจักร	16
ส่วนประกอบของอุทกวัฏจักร	18
การถ่ายเทของน้ำ	39
สรุป	41
คำถามท้ายบท	42
<b>บทที่ 3 การระเหย (EVAPORATION)</b>	<b>43</b>
จุดมุ่งหมาย	43
การระเหยและการระเหยของน้ำในแปลงปลูกพืช	44
กลไกหลักของการระเหย	44
องค์ประกอบพืช	45
การคายน้ำของพืชและการวัดการคายน้ำของพืช	47
การระเหยของน้ำในแปลงปลูกพืชสูงสุด	51
การคำนวณหาปริมาณของการระเหย	52
การวัดปริมาณการระเหยโดยเครื่องวัดการระเหยแบบถัง	56
การคำนวณเพื่อหาค่าปริมาณการระเหยของน้ำในแปลงปลูกพืช	58
การวัดปริมาณการระเหยของน้ำในแปลงปลูกพืชด้วยเครื่องมือไลซิมิเตอร์	65

	หน้า
สรุป	68
คำถามท้ายบท	69
<b>บทที่ 4 การแทรกซึม (INFILTRATION)</b>	<b>71</b>
จุดมุ่งหมาย	71
คำนำ	72
ความชื้นในดิน	73
ความจุความชื้นในสนาม	74
ตัวการที่มีอิทธิพลต่อความจุของการแทรกซึม	77
โค้งความจุของการแทรกซึม	80
วิธีการคำนวณความจุของการแทรกซึม	86
สรุป	95
คำถามท้ายบท	96
<b>บทที่ 5 น้ำไหลบ่า (RUNOFF)</b>	<b>97</b>
จุดมุ่งหมาย	97
ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อน้ำไหลบ่า	98
การไหลแผ่ซ่าน (overland flow) และการไหลซึมผ่านด้านข้าง (throughflow)	100
พื้นที่ที่ให้น้ำแก่สายน้ำ	106
การกัดกร่อนของดินโดยน้ำ	110
สรุป	120
คำถามท้ายบท	121
<b>บทที่ 6 น้ำใต้ดิน (GROUNDWATER)</b>	<b>123</b>
จุดมุ่งหมาย	123
ความหมายของน้ำใต้ดิน	124
ความสัมพันธ์ระหว่างน้ำใต้ดินกับอุทกวัฏจักร	124
การเกิดน้ำใต้ดิน	126
การเคลื่อนที่ของน้ำใต้ดิน	135
ปัจจัยที่มีผลต่อระดับน้ำใต้ดิน	138

	<b>หน้า</b>
การเพิ่มน้ำทดแทน	142
การแทรกซอนของน้ำทะเล	143
คุณภาพของน้ำบาดาล	147
สรุป	155
คำถามท้ายบท	156
<b>บทที่ 7 แม่น้ำ (RIVERS)</b>	<b>167</b>
จุดมุ่งหมาย	157
คำนำ	158
คุณสมบัติของของไหล	156
ลักษณะของพื้นที่ลุ่มน้ำ	159
ชนิดของการไหล	162
ลักษณะของร่องน้ำ	166
ลุ่มน้ำทางน้ำโค้งตัว	175
ชั้นอายุของลำธาร	178
สรุป	183
คำถามท้ายบท	184
<b>บทที่ 8 ระบบนิเวศน์แหล่งน้ำ (AQUATIC ECOSYSTEM)</b>	<b>187</b>
จุดมุ่งหมาย	187
ความรู้เรื่องระบบนิเวศน์	188
โครงสร้างระบบนิเวศน์แหล่งน้ำ	188
ปัจจัยที่มีผลต่อสิ่งมีชีวิตในแหล่งน้ำจืด	191
ระบบนิเวศน์แหล่งน้ำนิ่ง	201
ระบบนิเวศน์แหล่งน้ำไหล	203
ความแตกต่างทางกายภาพระหว่างแหล่งน้ำนิ่งและแหล่งน้ำไหล	204
สรุป	206
คำถามท้ายบท	207

	หน้า
<b>บทที่ 9 มลภาวะของน้ำ (WATER POLLUTION)</b>	<b>209</b>
จุดมุ่งหมาย	209
ความหมายของมลภาวะของน้ำ	210
มลวัตถุที่ทำให้เกิดมลภาวะของน้ำ	210
สาเหตุที่ทำให้เกิดมลภาวะของน้ำ	211
ประเภทมลภาวะของน้ำ	213
ผลที่เกิดจากมลภาวะของน้ำ	218
การตรวจสอบความน่าเชื่อถือของน้ำ	218
การควบคุมมลภาวะของน้ำ	220
สรุป	221
คำถามท้ายบท	223
<b>บทที่ 10 การกำจัดน้ำทิ้ง (WASTEWATER TREATMENT)</b>	<b>225</b>
จุดมุ่งหมาย	225
ความหมายของการกำจัดน้ำทิ้ง	226
ประเภทของน้ำทิ้ง	226
ประเภทของน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรม	227
ขั้นตอนของระบบการกำจัดน้ำทิ้ง	228
วิธีการกำจัดน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรม	230
สรุป	246
คำถามท้ายบท	248
<b>บรรณานุกรม</b>	<b>249</b>

# สารบัญภาพประกอบ

ภาพที่		หน้า
1.1	กลุ่มเมฆอิเล็กตรอนของโมเลกุลน้ำ	9
2.1	การหมุนเวียนของน้ำ หรือ อุทกวัฏจักร	17
2.2	เส้นกราฟแสดงความจุไอน้ำในบรรยากาศโดยเฉลี่ยของโลก	19
2.3	เส้นกราฟแสดงค่าเฉลี่ยน้ำฝนที่ตกลงมาและการระเหยของน้ำในเขตละติจูดต่าง ๆ และการถ่ายเทของไอน้ำในแนวเส้นเมริเดียน	21
2.4	เส้นโคจรทางทฤษฎีแสดงองค์ประกอบพื้นฐานของดุลยภาพของน้ำซึ่งขึ้นอยู่กับความสามารถในการซึมน้ำ และการเก็บกักน้ำของดิน	27
3.1	ความสมดุลของพลังงานที่ผิวดิน	52
3.2	เครื่องวัดการระเหยแบบถังกลม	57
3.3	เส้นกราฟแสดงการระเหยจากผิวน้ำเป็นรายวัน และรายปีของทะเลสาบและแท่งค้ำน้ำ	58
3.4	เส้นกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิของบรรยากาศเฉลี่ยรายเดือนและปริมาณการระเหยของน้ำในแปลงปลูกพืช	59
3.5	กราฟตารางแสดงการหาค่าของปริมาณการระเหยของน้ำในแปลงปลูกพืชจากอุณหภูมิของบรรยากาศรายเดือนเฉลี่ย	60
3.6	ตัวอย่างของเครื่องมือวัดการระเหยของน้ำในแปลงปลูกพืชสูงสุด	65
3.1	ตัวอย่างของเครื่องมือไลซิมิเตอร์	66
3.8	ตัวอย่างของเครื่องมือไลซิมิเตอร์แบบวัดน้ำหนักได้	67
4.1	แสดงเขตต่าง ๆ ของเขตความชื้นในดินซึ่งอยู่เหนือระดับน้ำ	73
4.2	ภาพการเกาะยึดของน้ำและความตึงผิวของน้ำ	75
4.3	เส้นกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างระดับความชื้นของดินในช่วงความลึกประมาณ 6 นิ้วแรกของหน้าตัดของดินกับระยะเวลาหลังจากที่ฝนหยุดตก	75
4.4	ภาพแสดงอิทธิพลของความหนาของชั้นดินที่อึดตัวไปด้วยน้ำและความลึกของการซังของน้ำบนผิวดินที่มีต่อการแทรกซึม	77
4.5	โค้งความจุของการแทรกซึม	81
4.6	โค้งความจุของการแทรกซึมมาตรฐาน	81

## ภาพที่

4.7	การหาค่า K โดยอาศัยความสัมพันธ์ของสมการเส้นตรง	82
4.8	กราฟเส้นตรงแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง $t$ และ $\log_{10}(f - f_c)$	85
4.9	ส่วนประกอบของเครื่องวัดการแทรกซึมแบบทั่ว ๆ ไป	a7
5.1	ส่วนประกอบของ overland flow และ throughflow	102
5.2	ตัวอย่างหน้าตัดดินซึ่งแสดงชั้นดินต่าง ๆ ทุกชนิด	103
5.3	เส้นกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราที่น้ำไหลซึมผ่านออกมากับเวลาจากเมื่อฝนเริ่มตก	105
5.4	กราฟแสดงความผันแปรของพื้นที่ให้น้ำ	107
5.5	รูปแบบการไหลบนลาดเขาในระหว่างที่มีการไหลแบบ overland flow และ throughflow	109
5.6	เส้นกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการกัดกร่อนกับร้อยละของพื้นที่ว่างเปล่า	111
5.7	การผันแปรของอัตราการตกตะกอนในลุ่มน้ำ	112
5.8	ภาพการกัดชะผิวดินเนื่องจากแรงปะทะของหยดน้ำ	113
5.9	เส้นแสดงการกัดกร่อนและการตกตะกอนโดยการชะล้างผิวหน้าดิน	114
5.10	ภาพแสดงการเกิดทะเลสาบรูปแอกเนื่องจากการกัดกร่อนในลำน้ำ	115
5.11	วัฏจักรของการกัดกร่อนในเขตภูมิอากาศชื้น	117
6.1	แผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุทกวัฏจักรกับน้ำใต้ดิน	125
6.2	ปัจจัยต่าง ๆ ทางธรณีอันเป็นตัวควบคุมการเกิดน้ำภายในดิน	131
6.3	น้ำใต้ดินแขวนลอยบริเวณที่ราบและบริเวณที่ต่างระดับ	133
6.4	ระบบน้ำใต้ดินและน้ำบาดาล	134
6.5	กรวยน้ำใต้ดินซึ่งเกิดจากการสูบน้ำจากบ่อ	139
6.6	การลดระดับของระดับน้ำใต้ดินเนื่องจากการเชื่อมซ้อนกันของกรวยน้ำใต้ดิน	139
6.7	ผลกระทบจากการตัดถนนผ่านชั้นหินอุ้มน้ำซึ่งจะทำให้ระดับน้ำใต้ดินลดลง	141
6.8	การแทรกซอนของน้ำทะเลบริเวณชั้นหินอุ้มน้ำชายฝั่ง	144
6.9	แนวปะทะระหว่างน้ำเค็มกับน้ำจืดในชั้นหินอุ้มน้ำชายฝั่งที่ไม่ถูกเก็บกัก	145
6.10	การชะล้างจากแหล่งกักจัดของเสียสู่น้ำใต้ดิน	148
7.1	ลักษณะของพื้นที่ลุ่มน้ำ	159

## ภาพที่

7.2	การเปรียบเทียบการกระจายความเร็วในการไหลแบบราบเรียบและแบบปั่นป่วน	166
7.3	ลักษณะของร่องน้ำทั้ง 4 แบบ	167
7.4	ความคดเคี้ยวของร่องน้ำ	168
7.5	ส่วนประกอบทางเรขาคณิตของทางน้ำโค้งตัว	168
7.6	ขั้นตอนการเกิดทางน้ำโค้งตัว	169
7.7	ธารน้ำปีเตอร์ในอะแลสกาซึ่งมีลักษณะเป็นธารประสานสาย	171
7.8	ตัวอย่างการเปลี่ยนลักษณะของลำน้ำและการเปลี่ยนความลาดเท	172
7.9	การเชื่อมต่อกันระหว่างคันดินกับที่ลุ่มต่ำหลังลำน้ำ และจุดที่เชื่อมต่อกันของ แควสายต่าง ๆ	174
7.10	ที่ราบน้ำท่วมถึงที่มีฐานเป็นพื้นหินซึ่งวางตัวแยกออกเป็นแนวราบ	175
7.11	ธารน้ำที่อยู่ในลุ่มน้ำทางน้ำโค้งตัวงอก	176
7.12	ชั้นอายุของลำธาร 5 ชั้น	179
8.1	ระบบนิเวศน์แหล่งน้ำจืดของบ่อน้ำ	190
8.2	การถ่ายทอดพลังงานและการหมุนเวียนของธาตุอาหารในระบบนิเวศน์แหล่งน้ำ	192
8.3	การแพร่กระจายในทางทฤษฎีของอุณหภูมิในทะเลสาบ	193
8.4	ชั้นอุณหภูมิในทะเลสาบลึกในเขตขั้วโลก	194
8.5	ไดอะแกรมแสดงการหมุนเวียนของน้ำในทะเลสาบที่มีการแบ่งชั้นอุณหภูมิ	195
8.6	รูปแบบของชั้นอุณหภูมิลำดับตามฤดูกาลต่าง ๆ ในทะเลสาบตมิมิคติกหัว ๆ ไป ในรอบหนึ่งปี	196
8.7	รูปแบบของชั้นของอุณหภูมิลำดับตามฤดูกาลต่าง ๆ ของทะเลสาบโมโนมิคติก ในเขตร้อนและเขตหนาวในรอบหนึ่งปี	197
8.8	ความสามารถในการรับออกซิเจนของน้ำที่อุณหภูมิต่าง ๆ	198
8.9	การเปลี่ยนแปลงปริมาณออกซิเจนในแนวตั้งบริเวณกันทะเลสาบช่วงฤดูหนาว	199
8.10	โครงสร้างของทะเลสาบซึ่งแบ่งออกได้เป็น 3 เขต	201
10.1	ระบบกำจัดน้ำทิ้งแบบเลี้ยงตะกอน	235
10.2	แผนผังของระบบแบบจานกรอง	236
10.3	ปฏิกิริยาชีวเคมีแบบไม่ใช้ออกซิเจน	238
10.4	แผนผังระบบ Anaerobic contact หรือ Anaerobic Activated Sludge	240

# สารบัญตารางประกอบ

ตารางที่		หน้า
1.1	ส่วนประกอบของอุทกภาค	4
1.2	ปริมาตรของน้ำในทะเลสาบน้ำจืดทั่วโลก	7
1.3	คุณสมบัติทางกายภาพของน้ำ	12
2.1	ปริมาณน้ำที่เคลื่อนที่ไปพร้อมกับกระแสน้ำในมหาสมุทรและความเข้มของการเคลื่อนที่ของน้ำ	22
2.2	ปริมาณการไหลของแม่น้ำและการระเหยของน้ำตลอดปีของลุ่มน้ำที่มีภูมิประเทศแบบคาร์สต์เล็กน้อยและทั้งหมด	25
2.3	เปอร์เซ็นต์ของปริมาณน้ำไหลป่าในฤดูใบไม้ผลิในเขตป่าผสม	30
2.4	การไหลลงสู่ทะเลของแม่น้ำสายต่าง ๆ ทั่วโลก	31
2.5	ปริมาณการไหลของแม่น้ำคงที่ในภูมิภาคต่าง ๆ	36
2.6	การบริโภคน้ำของสัตว์ในโลก	37
2.7	อัตราการถ่ายเทของน้ำ	4c
3.1	การคายน้ำและการระเหยของน้ำ	50
3.2	ตารางความดันของไอน้ำอิ่มตัว	53
3.3	ตารางความชื้นสัมพัทธ์	55
3.4	ตารางค่า i	61
3.5	ค่าสัมประสิทธิ์ซึ่งได้ปรับตามเส้นรุ้งและเดือนแล้ว	62
5.1	ความจุการแทรกซึมของดินชนิดต่าง ๆ	100
5.2	ความเปลี่ยนแปลงของการซาบซึมน้ำได้และชนิดของดินกับความลึกของดินในป่าแห่งหนึ่งซึ่งมีความชัน 15 องศา	106
5.3	ขีดความสามารถของน้ำในการเคลื่อนย้ายอนุภาคของดินขนาดต่าง ๆ	111
6.1	คุณภาพของน้ำของโลก	125
6.2	ตารางแสดงความโพรกตัวและความสามารถให้น้ำซึมผ่านได้ของหินหรือดินทางธรณี	127
6.3	มาตรฐานน้ำบาดาลที่จะใช้บริโภคได้	150
6.4	มาตรฐานน้ำบาดาลที่ใช้สำหรับการปศุสัตว์และการชลประทาน	154



	หน้า
<b>ตารางที่</b>	
7.1 สัมประสิทธิ์แสดงลักษณะของแม่น้ำสายสำคัญ ๆ ของโลก	161
10.1 เปรียบเทียบศักยภาพหรือความสามารถที่จะกำจัดน้ำเสียโดยวิธีการ ชลประทาน การไหลแผ่ซ่าน และการไหลซึม	244
10.2 วิธีการกำจัดน้ำทิ้งของโรงงานอุตสาหกรรมต่าง ๆ	245