

สารบัญ

	หน้า
คำนำ	
บทที่ 1 บทนำ (INTRODUCTION)	1
จุดมุ่งหมาย	1
คำนำ	2
ความหมายของอุทกภูมิศาสตร์	2
ส่วนประกอบของอุทกภาค	3
คุณสมบัติของน้ำ	8
สรุป	13
คำถามท้ายบท	14
บทที่ 2 อุทกวัฏจักร (HYDROLOGICAL CYCLE)	15
จุดมุ่งหมาย	15
ลักษณะทั่วไปของอุทกวัฏจักร	16
ส่วนประกอบของอุทกวัฏจักร	18
การถ่ายเทของน้ำ	39
สรุป	41
คำถามท้ายบท	42
บทที่ 3 การระเหย (EVAPORATION)	43
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
บทที่ 4 การแทรกซึม (INFILTRATION)	71
จุดมุ่งหมาย	71
คำนำ	72
ความชื้นในดิน	73
ความจุความชื้นในสนาม	74
ตัวการที่มีอิทธิพลต่อความจุของการแทรกซึม	77
โค้งความจุของการแทรกซึม	80
วิธีการคำนวณความจุของการแทรกซึม	86
สรุป	95
คำถามท้ายบท	96
บทที่ 5 น้ำไหลบ่า (RUNOFF)	97
จุดมุ่งหมาย	97
ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อน้ำไหลบ่า	98
การไหลแผ่ซ่าน (overland flow) และการไหลซึมผ่านด้านข้าง (throughflow)	100
พื้นที่ที่ให้น้ำแก่สายน้ำ	106
การกัดกร่อนของดินโดยน้ำ	110
สรุป	120
คำถามท้ายบท	121
บทที่ 6 น้ำใต้ดิน (GROUNDWATER)	123
จุดมุ่งหมาย	123
ความหมายของน้ำใต้ดิน	124
ความสัมพันธ์ระหว่างน้ำใต้ดินกับอุทกวัฏจักร	124
การเกิดน้ำใต้ดิน	126
การเคลื่อนที่ของน้ำใต้ดิน	135
ปัจจัยที่มีผลต่อระดับน้ำใต้ดิน	138

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

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

สารบัญภาพประกอบ

ภาพที่		หน้า
1.1	กลุ่มเมฆอิเล็กทรอนิกส์ของโมเลกุลน้ำ	9
2.1	การหมุนเวียนของน้ำ หรือ อุทกวัฏจักร	17
2.2	เส้นกราฟแสดงความจุไอน้ำในบรรยากาศโดยเฉลี่ยของโลก	19
2.3	เส้นกราฟแสดงค่าเฉลี่ยน้ำฝนที่ตกลงมาและการระเหยของน้ำในเขต ละติจูดต่าง ๆ และการถ่ายเทของไอน้ำในแนวเส้นเมริเดียน	21
2.4	เส้นโคจรทางทฤษฎีแสดงองค์ประกอบพื้นฐานของดุลยภาพของน้ำซึ่ง ขึ้นอยู่กับความสามารถในการซึมน้ำ และการเก็บกักน้ำของดิน	27
3.1	ความสมดุลของพลังงานที่ผิวดิน	52
3.2	เครื่องวัดการระเหยแบบถึงกลม	57
3.3	เส้นกราฟแสดงการระเหยจากผิวน้ำเป็นรายวัน และรายปีของทะเลสาบ และแท่งค้ำน้ำ	58
3.4	เส้นกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิของบรรยากาศเฉลี่ยรายเดือน และปริมาณการระเหยของน้ำในแปลงปลูกพืช	59
3.5	กราฟตารางแสดงการหาค่าของปริมาณการระเหยของน้ำในแปลงปลูกพืช จากอุณหภูมิของบรรยากาศรายเดือนเฉลี่ย	60
3.6	ตัวอย่างของเครื่องมือวัดการระเหยของน้ำในแปลงปลูกพืชสูงสุด	65
3.7	ตัวอย่างของเครื่องมือไลซิมิเตอร์	66
3.8	ตัวอย่างของเครื่องมือไลซิมิเตอร์แบบวัดน้ำหนักได้	67
4.1	แสดงเขตต่าง ๆ ของเขตความชื้นในดินซึ่งอยู่เหนือระดับน้ำ	73
4.2	ภาพการเกาะยึดของน้ำและความตึงผิวของน้ำ	75
4.3	เส้นกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างระดับความชื้นของดินในช่วงความลึก ประมาณ 6 นิ้วแรกของหน้าตัดของดินกับระยะเวลาหลังจากที่ฝนหยุดตก	75
4.4	ภาพแสดงอิทธิพลของความหนาของชั้นดินที่อึดตัวไปด้วยน้ำและความลึก ของการขังของน้ำบนผิวดินที่มีต่อการแทรกซึม	77
4.5	โค้งความจุของการแทรกซึม	81
4.6	โค้งความจุของการแทรกซึมมาตรฐาน	81

	หน้า	
ภาพที่		
4.7	การหาค่า K โดยอาศัยความสัมพันธ์ของสมการเส้นตรง	82
4.8	กราฟเส้นตรงแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง t และ $\log_{10}(f - f_0)$	85
4.9	ส่วนประกอบของเครื่องวัดการแทรกซึมแบบทั่ว ๆ ไป	87
5.1	ส่วนประกอบของ overland flow และ throughflow	102
5.2	ตัวอย่างหน้าตัดดินซึ่งแสดงชั้นดินต่าง ๆ ทุกชนิด	103
5.3	เส้นกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราที่น้ำไหลซึมผ่านออกมา กับเวลาจากเมื่อฝนเริ่มตก	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	การลดระดับของระดับน้ำใต้ดินเนื่องจากการเชื่อมช้อนกันของกรวยน้ำใต้ดิน	139
6.7	ผลกระทบจากการตัดถนนผ่านชั้นหินอุ้มน้ำซึ่งจะทำให้ระดับน้ำใต้ดินลดลง	141
6.8	การแทรกซอนของน้ำทะเลบริเวณชั้นหินอุ้มน้ำชายฝั่ง	144
6.9	แนวปะทะระหว่างน้ำเค็มกับน้ำจืดในชั้นหินอุ้มน้ำชายฝั่งที่ไม่ถูกเก็บกัก	145
6.10	การชะล้างจากแหล่งกำจัดของเสียสู่น้ำใต้ดิน	148
7.1	ลักษณะของพื้นที่ลุ่มน้ำ	159

ภาพที่

หน้า

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	ธารน้ำที่อยู่ในลุ่มน้ำทางน้ำโค้งตัวดงอก	176
7.12	ชั้นอายุของลำธาร 5 ชั้น	179
8.1	ระบบนิเวศน์แหล่งน้ำจืดของบ่อน้ำ	190
8.2	การถ่ายทอดพลังงานและการหมุนเวียนของธาตุอาหารในระบบนิเวศน์แหล่งน้ำ	192
8.3	การแพร่กระจายในทางทฤษฎีของอุณหภูมิตะเลสาบ	193
8.4	ชั้นอุณหภูมิในทะเลสาบลึกในเขตอบอุ่น	194
8.5	ไดอะแกรมแสดงการหมุนเวียนของน้ำในทะเลสาบที่มีการแบ่งชั้นอุณหภูมิ	195
8.6	รูปแบบของชั้นอุณหภูมิลำดับตามฤดูกาลต่าง ๆ ในทะเลสาบติมิคติกทั่ว ๆ ไป ในรอบหนึ่งปี	196
8.7	รูปแบบของชั้นของอุณหภูมิลำดับตามฤดูกาลต่าง ๆ ของทะเลสาบโมโนมิคติก ในเขตร้อนและเขตหนาวในรอบหนึ่งปี	197
8.8	ความสามารถในการรับออกซิเจนของน้ำที่อุณหภูมิต่าง ๆ	198
8.9	การเปลี่ยนปริมาณออกซิเจนในแนวตั้งบริเวณกันทะเลสาบช่วงฤดูหนาว	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	ปริมาณของน้ำในทะเลสาบน้ำจืดทั่วโลก	7
1.3	คุณสมบัติทางกายภาพของน้ำ	12
2.1	ปริมาณน้ำที่เคลื่อนที่ไปพร้อมกับกระแสน้ำในมหาสมุทรและความ เข้มของการเคลื่อนที่ของน้ำ	22
2.2	ปริมาณการไหลของแม่น้ำและการระเหยของน้ำตลอดปีของกลุ่มน้ำที่มี ภูมิประเทศแบบคาร์สต์เล็กน้อยและทั้งหมด	25
2.3	เปอร์เซ็นต์ของปริมาณน้ำไหลป่าในฤดูใบไม้ผลิในเขตป่าผสม	30
2.4	การไหลลงสู่ทะเลของแม่น้ำสายต่าง ๆ ทั่วโลก	31
2.5	ปริมาณการไหลของแม่น้ำคงที่ในภูมิภาคต่าง ๆ	36
2.6	การบริโภคน้ำของสัตว์ในโลก	37
2.7	อัตราการถ่ายเทของน้ำ	40
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	ความเปลี่ยนแปลงของการซาบซึมน้ำได้และชนิดของดินกับ ความลึกของดินในป่าแห่งหนึ่งซึ่งมีความชื้น 15 องศา	106
5.3	ขีดความสามารถของน้ำในการเคลื่อนย้ายอนุภาคของดินขนาดต่าง ๆ	111
6.1	คุณภาพของน้ำของโลก	125
6.2	ตารางแสดงความพรกตัวและความสามารถให้น้ำซึมผ่านได้ ของหินหรือดินทางธรณี	127
6.3	มาตรฐานน้ำบาดาลที่จะใช้บริโภคได้	150
6.4	มาตรฐานน้ำบาดาลที่ใช้สำหรับการปศุสัตว์และการชลประทาน	154

ตารางที่

หน้า

7.1	สัมประสิทธิ์แสดงลักษณะของแม่น้ำสายสำคัญ ๆ ของโลก	161
10.1	เปรียบเทียบศักยภาพหรือความสามารถที่จะกำจัดน้ำเสียโดยวิธีการ ชลประทาน การไหลแผ่ซ่าน และการไหลซึม	244
10.2	วิธีการกำจัดน้ำทิ้งของโรงงานอุตสาหกรรมต่าง ๆ	245