



ภาคผนวก

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

Copyright © by Chiang Mai University

All rights reserved

ภาคผนวก ก ข้อจำกัดต่าง ๆ ที่ใช้ในการประเมินระดับสมบัติเคมี กายภาพของดิน
และการสูญเสียดิน และค่า CP- factor

1. ข้อจำกัดต่าง ๆ ที่ใช้ในการประเมินระดับความสมบูรณ์ของดิน (FAO and the Land Classification Division , 1973 ; Soil Survey Division Staff, 1993)

ตารางภาคผนวกที่ 1.1 แสดงเกณฑ์การแบ่งระดับปริมาณของอินทรีย์วัตถุ (organic matter)
(% organic carbon x 1.724)

ระดับ (rating)	พิสัย (กรัม/กิโลกรัม)
ต่ำมาก (VL)	< 5
ต่ำ (L)	5 - 10
ค่อนข้างต่ำ (ML)	10 - 15
ปานกลาง (M)	15 - 25
ค่อนข้างสูง (MH)	25 - 35
สูง (H)	35 - 45
สูงมาก (VH)	> 45

ตารางภาคผนวกที่ 1.2 แสดงเกณฑ์การแบ่งระดับความหนาแน่นรวมของดิน (นงคราญ, 2529)

ระดับ (rating)	ความหนาแน่นรวม (เมกะกรัม/ลูกบาศก์เมตร)
ต่ำ	< 1.2
ค่อนข้างต่ำ	1.2 - 1.4
ปานกลาง	1.4 - 1.6
ค่อนข้างสูง	1.6 - 1.8
สูง	1.8 - 2.0
สูงมาก	> 2.0

ตารางภาคผนวกที่ 1.3 แสดงการจัดชั้นความรุนแรงของการสูญเสียดินในประเทศไทย
(กรมพัฒนาที่ดิน, 2543 ก)

ระดับการสูญเสียดิน	อัตราการสูญเสียดิน (ตัน/ไร่/ปี)
น้อย	0 - 2
ปานกลาง	2 - 5
รุนแรง	5 - 15
รุนแรงมาก	15 - 20
รุนแรงมากที่สุด	มากกว่า 20

2. การหาค่า CP - factor ในสมการการสูญเสียดินสากล

2.1 ค่า C - factor จากชนิดของการปลูกพืช (กะหล่ำปลี) (ตารางภาคผนวกที่ 1.3) ต่อไปนี้

ตารางภาคผนวกที่ 1.4 แสดงการกำหนดค่า C - factor (กรมพัฒนาที่ดิน, 2543ก)

ชนิดพืช	ค่า C
ฝ้าย ไร่ร้าง	0.500
ข้าวโพด	0.502
มันสำปะหลัง	0.600
กะหล่ำปลี	0.600

2.2 ค่า P - factor สามารถหาได้จากสมการต่อไปนี้ (ตารางที่ 1.5 และ 1.6)

$$P = 1 - B(1 - P_y) \quad (11)$$

โดยที่

P = ค่าปัจจัยการปฏิบัติป้องกันการชะล้างพังทลายของดิน

B = benefit assigned to deposition behind terrace

P_y = sediment delivery

ตารางภาคผนวกที่ 1.5 แสดงค่าของ sediment delivery P_y (USDA, 1997)

ระบบการปลูกพืช	sediment delivery P_y
0.5 filter ⁸	0.06
0.1 filter ⁹	0.24
Buffer strips ¹⁰	0.15

⁸ คือ แถบหญ้าที่ปกคลุม ประมาณ 0.5 ส่วนในแถวที่ปลูกพืชทั้งหมด

⁹ คือ แถบหญ้าที่ปกคลุม ประมาณ 0.1 ส่วนในแถวที่ปลูกพืชทั้งหมด

¹⁰ คือ แถบหญ้าที่ปกคลุม ประมาณ 0.4 - 0.5 และ 0.9 - 1.0 แล้วมีพืชปลูกเป็นแถวสลับ

ตารางภาคผนวกที่ 1.6 แสดงค่า benefit assigned to deposition behind terrace (USDA, 1997)

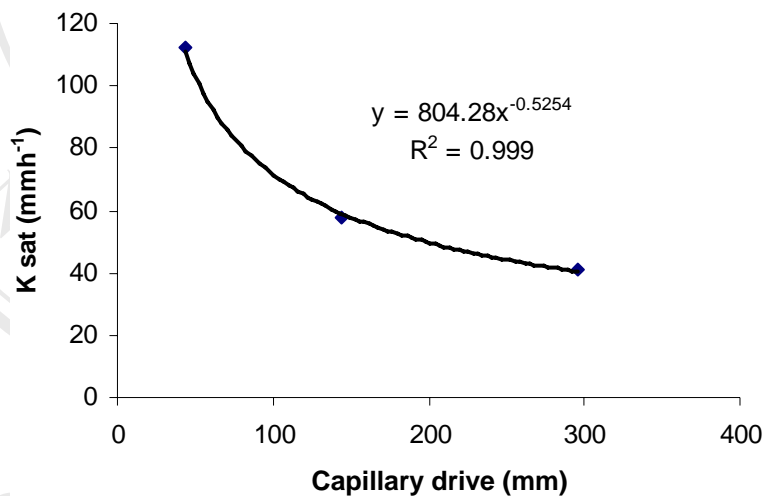
ความกว้างของแปลงปลูกพืช (ฟุต)	benefit (B)
< 110	0.5
125	0.6
160	0.7
200	0.8
260	0.9
> 300	1.0

ภาคผนวก ข แบบจำลองการไหลของน้ำผิวดินและสูญเสียดินทางกลศาสตร์
(KINEROS)

1. การประมาณค่าตัวแปรบางตัวในแบบจำลองการไหลของน้ำผิวดิน และสูญเสียดินทางกลศาสตร์ (KINEROS)

1.1 แรงแคปพิลลารี (capillary drive, G)

ใช้สมการที่ได้จากความสัมพันธ์ของ แรงแคปพิลลารี (G) กับสัมประสิทธิ์การนำน้ำของดินเมื่ออิ่มตัว (K_{sat}) (Washington state, 2006)



ภาพภาคผนวกที่ 2.1 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง ค่า K sat กับ capillary

1.2 การกระจายตัวของขนาดช่องว่างภายในดิน (pore size distribution)

ใช้โดยใช้สมการ Brook - Corey pore size distribution equation (Rawls and Brakensiek, 1985) ที่แนะนำโดย Timlin *et al.* (1999) Ziegler *et al.* (2001) ดังต่อไปนี้

$$\lambda = \text{Brooks and Corey pore size distribution}$$

$$\lambda = \exp [-0.7842831 + 0.0177544 \times PS - 1.062498 \times POR - 0.00005304 \times PS^2 - 0.00273493 \times PC^2 + 1.11134946 \times POR^2 - 0.03088295 \times PS \times POR + 0.00026587 \times PS^2 - 0.00610522 \times PC^2 \times POR^2 - 0.00000235 \times PS^2 \times PC + 0.00798746 \times PC^2 \times POR - 0.00674491 \times POR^2 \times PC] \quad (12)$$

เมื่อ

PS = อนุภาคทราย (%)

PC = อนุภาคดินเหนียว (%)

POR = 0.9 * ปริมาณของช่องว่างภายในดิน

POM = ปริมาณอินทรีย์วัตถุ (%)

1.3 การกระเด็นของเม็ดดิน (C_f) และการเกาะยึดตัวของดิน (C_g)

การกระเด็นของเม็ดดิน ใช้สมการที่แนะนำโดย Foster et al (1983) ใน USDA (1990) ดังต่อไปนี้

$$C_f = 442 K_{USLE} \quad (13)$$

เมื่อ

K_{USLE} = ค่า K - factor ของสมการการสูญเสียดินสากลที่หาได้ในพื้นที่

การเกาะยึดตัวของดิน ใช้สมการที่แนะนำโดย Foster and Smith (1984) ใน USDA (1990) ดังต่อไปนี้

$$C_g = 5.6 K_{USLE} P_{USLE} / T \quad (14)$$

เมื่อ

K_{USLE} = ค่า K - factor ของสมการการสูญเสียดินสากล

P_{USLE} = ค่า P - factor ของสมการการสูญเสียดินสากล

$T = 188 - 468 f_{cl} + 907 f_{cl}^2$ ในกรณีที่ $f_{cl} \leq 0.22$

หรือ $T = 130$ ในกรณีที่ $f_{cl} > 0.22$

เมื่อ f_{cl} คือ เปอร์เซ็นต์ ดินเหนียว

ตารางภาคผนวกที่ 2.1 แสดงค่าของตัวแปรต่าง ๆ แบบจำลองการไหลบ่าของน้ำผิวดิน และสูญเสียน้ำ

คำอธิบาย	ตัวแปร	ค่า	หน่วย	หมายเหตุ
1. สัมประสิทธิ์การนำน้ำของดินเมื่ออิ่มตัว ในดินบนและดินล่าง	K_1 K_2	135 - 150 7 - 12	ม.ม./ชม. ม.ม./ชม.	วัดในพื้นที่
2. แรงแคปพิลลารีในดินบน และดินล่าง	G_1 G_2	54 - 65 108 - 108	ม.ม. ม.ม.	Washington state (2006)
3. การกระจายตัวของช่องว่างในดินบน และดินล่าง	λ_1 λ_2	0.274 - 0.276 0.245 - 0.246	- -	Brook - Corey equation*
4. ช่องว่างในดินบน และดินล่าง	ϕ_1 ϕ_2	0.640 - 0.670 0.580	ลบ.ม/ลบ.ม.	ในห้องปฏิบัติการ
5. สัดส่วนของเนื้อดิน	Sand Silt Clay	13.22 - 13.85 51.19 - 53.45 32.70 - 34.82	% % %	ในห้องปฏิบัติการ
6. ความสัมพันธ์ของความชื้น (ก่อน/หลัง ฝนตก)	SAT	0.45 - 0.57	-	ในห้องปฏิบัติการ
7. การกระเด็นของเม็ดดิน	C_f	109.72 - 122.38	ม./วินาที	USDA (1990)
8. การเกาะยึดตัวของดิน	C_g	0.056 - 0.0626	-	USDA (1990)
9. ค่าความขรุขระของพื้นผิว (Manning coefficient)	MAN	0.015	-	Morgan (1996)
10. ระยะของความต่างระดับที่พื้นผิวเฉลี่ย	$Spacing$		ม.	วัดในพื้นที่
11. ความต่างระดับของพื้นที่ที่พื้นผิวเฉลี่ย	$Relief$		ม.ม.	วัดในพื้นที่

ดินทางกลศาสตร์

* (Rawls and Brakensiek, 1985)

2. แสดงการจำลองการไหลบ่าของน้ำผิวดินและปริมาณของตะกอนที่ไหล (KINEROS)

ในแปลงศึกษาการชะล้างพังทลายของดิน

27 July 2003

Plot 2

Contributing area = .0280000 ha

Peak flow = .0030362 cu m /s (39.03713 mm/hr) at 18.0 min

Peak sediment discharge = .0465168 kg/s at 18.0 min

Water balance			Sediment balance		
Rain:	4.409440 cu m	15.74800 mm	In:	.000000 kg	
Inflow:	.000000 cu m	.00000 mm	Deposited:	-5.721623 kg	
Infiltr:	3.994642 cu m	14.26658 mm	Suspended:	.000000 kg	
Stored:	.000036 cu m	.00013 mm	Out:	5.480444 kg	
Out:	.420502 cu m	1.50179 mm	Error:	4.22 %	
Error:	-.13 %				

Elapsed Time min	Rainfall mm/hr	Outflow mm/hr	Outflow cu m /s	Total Sediment kg/s
.0	15.2400	.00000	.0000000	.0000000
1.0	15.2400	.00000	.0000000	.0000000
2.0	15.2400	.00000	.0000000	.0000000
3.0	30.4800	.00000	.0000000	.0000000
4.0	30.4800	.00000	.0000000	.0000000
5.0	45.7200	.00000	.0000000	.0000000
6.0	30.4800	.00000	.0000000	.0000000
7.0	30.4800	.00000	.0000000	.0000000
8.0	30.4800	.00000	.0000000	.0000000
9.0	30.4800	.00000	.0000000	.0000000
10.0	15.2400	.00000	.0000000	.0000000
11.0	15.2400	.00000	.0000000	.0000000
12.0	45.7200	.00000	.0000000	.0000000
13.0	60.9600	.00000	.0000000	.0000000
14.0	45.7200	.00000	.0000000	.0000000
15.0	91.4400	.00000	.0000000	.0000000
16.0	60.9600	7.85721	.0006111	.0039973
17.0	106.6800	3.06463	.0002384	.0019354
18.0	91.4400	39.03713	.0030362	.0465168
19.0	45.7200	35.54536	.0027646	.0369925
20.0	30.4800	3.97089	.0003088	.0015678
21.0	30.4800	.42052	.0000327	.0002714
22.0	15.2400	.08040	.0000063	.0000358
23.0	15.2400	.04886	.0000038	.0000130
24.0	.0000	.02992	.0000023	.0000056
25.0	.0000	.01909	.0000015	.0000026
26.0	.0000	.01311	.0000010	.0000013
27.0	.0000	.00846	.0000007	.0000006
28.0	.0000	.00685	.0000005	.0000004
29.0	.0000	.00339	.0000003	.0000001
30.0	.0000	.00185	.0000001	.0000000

Event Volume Summary:

Rainfall	15.74800 mm	4.409440 cu m
Plane infiltration	14.26658	3.994642
Storage	.00013	.000036
Outflow	1.50179	.420502
rror (Volume in - Volume out - Storage) < 1 percent		
Time step distribution (100,75,50%) =	.07692, .07692, 1.00000 min	

Total watershed area = .0280000 ha

Sediment yield = 195.7301 kg/ha

Sediment yield by particle class:

Particle size (mm)	.250	.050	.005
Yield (kg/ha)	65.4014	111.6352	18.6935
% of total yield	33.41	57.04	9.55

27 July 2003
Plot 3

Contributing area = .0280000 ha

Peak flow = .0015169 cu m /s (19.50327 mm/hr) at 18.0 min

Peak sediment discharge = .0192916 kg/s at 18.0 min

Water balance			Sediment balance		
Rain:	4.409440 cu m	15.74800 mm	In:	.000000 kg	
Inflow:	.000000 cu m	.000000 mm	Deposited:	-2.498812 kg	
Infiltr:	4.210543 cu m	15.03765 mm	Suspended:	.000000 kg	
Stored:	.000037 cu m	.00013 mm	Out:	2.384763 kg	
Out:	.200439 cu m	.71586 mm	Error:	4.56 %	
Error:	-.04 %				

Elapsed Time min	Rainfall mm/hr	Outflow mm/hr	Outflow cu m /s	Total Sediment kg/s
.0	15.2400	.00000	.0000000	.0000000
1.0	15.2400	.00000	.0000000	.0000000
2.0	15.2400	.00000	.0000000	.0000000
3.0	30.4800	.00000	.0000000	.0000000
4.0	30.4800	.00000	.0000000	.0000000
5.0	45.7200	.00000	.0000000	.0000000
6.0	30.4800	.00000	.0000000	.0000000
7.0	30.4800	.00000	.0000000	.0000000
8.0	30.4800	.00000	.0000000	.0000000
9.0	30.4800	.00000	.0000000	.0000000
10.0	15.2400	.00000	.0000000	.0000000
11.0	15.2400	.00000	.0000000	.0000000
12.0	45.7200	.00000	.0000000	.0000000
13.0	60.9600	.00000	.0000000	.0000000
14.0	45.7200	.00000	.0000000	.0000000
15.0	91.4400	.00000	.0000000	.0000000
16.0	60.9600	.09689	.0000075	.0008446
17.0	106.6800	.09431	.0000073	.0000467
18.0	91.4400	19.50327	.0015169	.0192916
19.0	45.7200	19.41604	.0015101	.0175085
20.0	30.4800	2.94264	.0002289	.0017674
21.0	30.4800	.52786	.0000411	.0001671
22.0	15.2400	.17216	.0000134	.0000621
23.0	15.2400	.08690	.0000068	.0000321
24.0	.0000	.04565	.0000036	.0000180
25.0	.0000	.02607	.0000020	.0000045
26.0	.0000	.01628	.0000013	.0000019
27.0	.0000	.00994	.0000008	.0000008
28.0	.0000	.00761	.0000006	.0000005
29.0	.0000	.00370	.0000003	.0000002
30.0	.0000	.00198	.0000002	.0000001

Event Volume Summary:

Rainfall	15.74800 mm	4.409440 cu m
Plane infiltration	15.03765	4.210543
Storage	.00013	.000037
Outflow	.71586	.200439

Error (Volume in - Volume out - Storage) < 1 percent

Time step distribution (100,75,50%) = .05000, .05000, 1.00000 min

Total watershed area = .0280000 ha

Sediment yield = 85.17011 kg/ha

Sediment yield by particle class:

Particle size (mm)	.250	.050	.005
Yield (kg/ha)	23.17881	46.50836	15.48294
% of total yield	27.21	54.61	18.18

19 September 2003
Plot 2

Contributing area = .0280000 ha

Peak flow = .0042453 cu m /s (54.58288 mm/hr) at 10.0 min

Peak sediment discharge = .0799963 kg/s at 10.0 min

Water balance			Sediment balance		
Rain:	6.045200 cu m	21.59000 mm	In:	.00000 kg	
Inflow:	.000000 cu m	.00000 mm	Deposited:	-10.57151 kg	
Infiltr:	5.207489 cu m	18.59818 mm	Suspended:	.00000 kg	
Stored:	.000000 cu m	.00000 mm	Out:	10.51622 kg	
Out:	.838355 cu m	2.99412 mm	Error:	.52 %	
Error:	-.01 %				

Elapsed Time min	Rainfall mm/hr	Outflow mm/hr	Outflow cu m /s	Total Sediment kg/s
.0	45.7200	.00000	.0000000	.0000000
1.0	60.9600	.00000	.0000000	.0000000
2.0	45.7200	.00000	.0000000	.0000000
3.0	76.2000	.00000	.0000000	.0000000
4.0	76.2000	.00000	.0000000	.0000000
5.0	45.7200	.00000	.0000000	.0000000
6.0	45.7200	.00000	.0000000	.0000000
7.0	60.9600	.00000	.0000000	.0000000
8.0	106.6800	.00000	.0000000	.0000000
9.0	152.4000	1.44740	.0001126	.0031384
10.0	121.9200	54.58288	.0042453	.0799963
11.0	121.9200	41.19276	.0032039	.0349427
12.0	91.4399	44.94646	.0034958	.0330299
13.0	76.2000	23.02860	.0017911	.0161188
14.0	45.7201	11.05371	.0008597	.0064291
15.0	45.7199	2.22985	.0001734	.0012074
16.0	30.4800	.69512	.0000541	.0002566
17.0	15.2401	.27290	.0000212	.0000971
18.0	15.2400	.08927	.0000069	.0000354
19.0	15.2400	.04497	.0000035	.0000113
20.0	.0000	.02481	.0000019	.0000041
21.0	.0000	.01537	.0000012	.0000018
22.0	.0000	.00940	.0000007	.0000008
23.0	.0000	.00726	.0000006	.0000005
24.0	.0000	.00355	.0000003	.0000001
25.0	.0000	.00192	.0000001	.0000001
26.0	.0000	.00114	.0000001	.0000000
27.0	.0000	.00000	.0000000	.0000000
28.0	.0000	.00000	.0000000	.0000000
29.0	.0000	.00000	.0000000	.0000000
30.0	.0000	.00000	.0000000	.0000000

Event Volume Summary:

Rainfall	21.59000 mm	6.045200 cu m
Plane infiltration	18.59818	5.207489
Outflow	2.99412	.838355

Error (Volume in - Volume out - Storage) < 1 percent

Time step distribution (100,75,50%) = .16667, .16667, .20000 min

Total watershed area = .0280000 ha

Sediment yield = 375.5792 kg/ha

Sediment yield by particle class:

Particle size (mm)	.250	.050	.005
Yield (kg/ha)	128.4447	198.0419	49.0925
% of total yield	34.20	52.73	13.07

2 October 2003
Plot 1

Contributing area = .0280000 ha

Peak flow = .0089775 cu m /s (115.4245 mm/hr) at 14.0 min

Peak sediment discharge = .0822203 kg/s at 14.0 min

Water balance			Sediment balance		
Rain:	7.894320 cu m	28.19400 mm	In:	.00000 kg	
Inflow:	.000000 cu m	.00000 mm	Deposited:	-23.61470 kg	
Infiltr:	5.346844 cu m	19.09587 mm	Suspended:	.00000 kg	
Stored:	.000000 cu m	.00000 mm	Out:	23.37470 kg	
Out:	2.549643 cu m	9.10587 mm	Error:	1.02 %	
Error:	-.03 %				

Elapsed Time min	Rainfall mm/hr	Outflow mm/hr	Outflow cu m /s	Total Sediment kg/s
.0	15.2400	.0000	.0000000	.0000000
1.0	60.9600	.0000	.0000000	.0000000
2.0	60.9600	.0000	.0000000	.0000000
3.0	76.2000	.0000	.0000000	.0000000
4.0	60.9600	.0000	.0000000	.0000000
5.0	45.7200	.0000	.0000000	.0000000
6.0	152.4000	.0000	.0000000	.0000000
7.0	121.9200	24.9455	.0019402	.0157295
8.0	121.9200	29.0207	.0022572	.0236163
9.0	121.9200	40.3609	.0031392	.0305281
10.0	137.1600	50.5485	.0039315	.0367818
11.0	121.9199	72.4483	.0056349	.0524457
12.0	167.6401	61.2534	.0047642	.0426167
13.0	167.6400	113.2202	.0088060	.0821282
14.0	91.4400	115.4245	.0089775	.0822203
15.0	30.4801	36.5922	.0028461	.0226398
16.0	15.2400	2.1079	.0001639	.0007065
17.0	15.2400	.3048	.0000237	.0001304
18.0	30.4800	.0660	.0000051	.0000177
19.0	30.4800	.0286	.0000022	.0000147
20.0	15.2402	.0140	.0000011	.0000018
21.0	15.2400	.0089	.0000007	.0000007
22.0	15.2400	.0042	.0000003	.0000002
23.0	.0000	.0022	.0000002	.0000001
24.0	.0000	.0013	.0000001	.0000000
25.0	.0000	.0000	.0000000	.0000000
26.0	.0000	.0000	.0000000	.0000000
27.0	.0000	.0000	.0000000	.0000000
28.0	.0000	.0000	.0000000	.0000000
29.0	.0000	.0000	.0000000	.0000000
30.0	.0000	.0000	.0000000	.0000000

Event Volume Summary:

Rainfall	28.19400 mm	7.894320 cu m
Plane infiltration	19.09587	5.346844
Outflow	9.10587	2.549643

Error (Volume in - Volume out - Storage) < 1 percent

Time step distribution (100,75,50%) = .04348, .04348, .04762 min

Total watershed area = .0280000 ha

Sediment yield = 834.8109 kg/ha

Sediment yield by particle class:

Particle size (mm)	.250	.050	.005
Yield (kg/ha)	332.6704	370.9630	131.1774
% of total yield	39.85	44.44	15.71

2 October 2003
Plot 3

Contributing area = .0280000 ha

Peak flow = .0086408 cu m /s (111.0959 mm/hr) at 14.0 min

Peak sediment discharge = .0801706 kg/s at 14.0 min

Water balance			Sediment balance		
Rain:	7.894320 cu m	28.19400 mm	In:	.00000 kg	
Inflow:	.000000 cu m	.000000 mm	Deposited:	-21.71858 kg	
Infiltr:	5.607583 cu m	20.02708 mm	Suspended:	.000000 kg	
Stored:	.000000 cu m	.000000 mm	Out:	21.60733 kg	
Out:	2.288521 cu m	8.17329 mm	Error:	.51 %	
Error:	-.02 %				

Elapsed Time min	Rainfall mm/hr	Outflow mm/hr	Outflow cu m /s	Total Sediment kg/s
.0	15.2400	.0000	.0000000	.0000000
1.0	60.9600	.0000	.0000000	.0000000
2.0	60.9600	.0000	.0000000	.0000000
3.0	76.2000	.0000	.0000000	.0000000
4.0	60.9600	.0000	.0000000	.0000000
5.0	45.7200	.0000	.0000000	.0000000
6.0	152.4000	.0000	.0000000	.0000000
7.0	121.9200	15.3760	.0011959	.0136463
8.0	121.9200	19.5335	.0015193	.0156388
9.0	121.9200	33.1087	.0025751	.0262158
10.0	137.1600	44.4442	.0034568	.0334856
11.0	121.9199	66.9080	.0052040	.0494830
12.0	167.6401	56.4071	.0043872	.0400416
13.0	167.6400	108.3521	.0084274	.0796960
14.0	91.4400	111.0959	.0086408	.0801706
15.0	30.4801	32.8800	.0025573	.0207007
16.0	15.2400	1.8391	.0001430	.0009214
17.0	15.2400	.2930	.0000228	.0000768
18.0	30.4800	.0762	.0000059	.0000224
19.0	30.4800	.0369	.0000029	.0000179
20.0	15.2402	.0200	.0000016	.0000032
21.0	15.2400	.0113	.0000009	.0000011
22.0	15.2400	.0081	.0000006	.0000006
23.0	.0000	.0038	.0000003	.0000002
24.0	.0000	.0020	.0000002	.0000001
25.0	.0000	.0012	.0000001	.0000000
26.0	.0000	.0000	.0000000	.0000000
27.0	.0000	.0000	.0000000	.0000000
28.0	.0000	.0000	.0000000	.0000000
29.0	.0000	.0000	.0000000	.0000000
30.0	.0000	.0000	.0000000	.0000000

Event Volume Summary:

Rainfall	28.19400 mm	7.894320 cu m
Plane infiltration	20.02708	5.607583
Outflow	8.17329	2.288521

Error (Volume in - Volume out - Storage) < 1 percent

Time step distribution (100,75,50%) = .05556, .05556, .05882 min

Total watershed area = .0280000 ha

Sediment yield = 771.6902 kg/ha

Sediment yield by particle class:

Particle size (mm)	.250	.050	.005
Yield (kg/ha)	303.4375	343.6951	124.5576
% of total yield	39.32	44.54	16.14

13 October 2003
Plot 2

Contributing area = .0280000 ha

Peak flow = .0005809 cu m /s (7.469181 mm/hr) at 12.0 min

Peak sediment discharge = .0043531 kg/s at 12.0 min

Water balance			Sediment balance		
Rain:	3.271520 cu m	11.68400 mm	In:	.0000000 kg	
Inflow:	.000000 cu m	.00000 mm	Deposited:	-.6897649 kg	
Infiltr:	3.179696 cu m	11.35606 mm	Suspended:	.0000000 kg	
Stored:	.000000 cu m	.00000 mm	Out:	.6925060 kg	
Out:	.091865 cu m	.32809 mm	Error:	-.40 %	
Error:	.00 %				

Elapsed Time min	Rainfall mm/hr	Outflow mm/hr	Outflow cu m /s	Total Sediment kg/s
.0	15.24000	.000000	.0000000	.0000000
1.0	30.48000	.000000	.0000000	.0000000
2.0	15.24000	.000000	.0000000	.0000000
3.0	30.48000	.000000	.0000000	.0000000
4.0	15.24000	.000000	.0000000	.0000000
5.0	15.24000	.000000	.0000000	.0000000
6.0	15.23999	.000000	.0000000	.0000000
7.0	30.47999	.000000	.0000000	.0000000
8.0	45.72001	.000000	.0000000	.0000000
9.0	60.95999	.000000	.0000000	.0000000
10.0	91.44003	.000000	.0000000	.0000000
11.0	76.20000	5.048112	.0003926	.0034771
12.0	60.95999	7.469181	.0005809	.0043531
13.0	45.71999	3.156588	.0002455	.0021488
14.0	45.72004	.931498	.0000724	.0004536
15.0	30.47995	.360825	.0000281	.0002012
16.0	45.71999	.173388	.0000135	.0001151
17.0	30.48001	1.006368	.0000783	.0003932
18.0	.00000	.634484	.0000493	.0002079
19.0	.00000	.399159	.0000310	.0001011
20.0	.00000	.219564	.0000171	.0000445
21.0	.00000	.112792	.0000088	.0000202
22.0	.00000	.064168	.0000050	.0000110
23.0	.00000	.038486	.0000030	.0000067
24.0	.00000	.024354	.0000019	.0000042
25.0	.00000	.016005	.0000012	.0000019
26.0	.00000	.011449	.0000009	.0000011
27.0	.00000	.007593	.0000006	.0000005
28.0	.00000	.006340	.0000005	.0000004
29.0	.00000	.003184	.0000002	.0000001
30.0	.00000	.001752	.0000001	.0000000

Event Volume Summary:

Rainfall	11.68400 mm	3.271520 cu m
Plane infiltration	11.35606	3.179696
Outflow	.32809	.091865

Error (Volume in - Volume out - Storage) < 1 percent

Time step distribution (100,75,50%) = .10000, .10000, .10000 min

Total watershed area = .0280000 ha

Sediment yield = 24.73236 kg/ha

Sediment yield by particle class:

Particle size (mm)	.250	.050	.005
Yield (kg/ha)	5.39969	12.66695	6.66571

10 august 2004
Plot 1

Contributing area = .0280000 ha

Peak flow = .0029055 cu m /s (37.35701 mm/hr) at 33.0 min

Peak sediment discharge = .0193310 kg/s at 33.0 min

Water balance			Sediment balance		
Rain:	5.120640 cu m	18.28800 mm	In:	.000000 kg	
Inflow:	.000000 cu m	.00000 mm	Deposited:	-5.817885 kg	
Infiltr:	4.171386 cu m	14.89781 mm	Suspended:	.000000 kg	
Stored:	.000254 cu m	.00091 mm	Out:	5.328709 kg	
Out:	.956995 cu m	3.41784 mm	Error:	8.41 %	
Error:	-.16 %				

Elapsed Time min	Rainfall mm/hr	Outflow mm/hr	Outflow cu m /s	Total Sediment kg/s
.0	15.24000	.00000	.0000000	.0000000
1.0	15.24000	.00000	.0000000	.0000000
2.0	15.24000	.00000	.0000000	.0000000
3.0	15.24000	.00000	.0000000	.0000000
4.0	15.24000	.00000	.0000000	.0000000
5.0	30.48000	.00000	.0000000	.0000000
6.0	60.95999	.00000	.0000000	.0000000
7.0	60.96000	.00000	.0000000	.0000000
8.0	45.72000	.00015	.0000000	.0000253
9.0	30.48001	.00042	.0000000	.0000000
10.0	30.47998	.00000	.0000000	.0000000
11.0	15.24000	.00000	.0000000	.0000000
12.0	15.24003	.00000	.0000000	.0000000
13.0	60.95999	.00000	.0000000	.0000000
14.0	60.96002	9.92647	.0007721	.0016954
15.0	45.71999	19.03705	.0014807	.0092010
16.0	15.23998	8.80090	.0006845	.0034577
17.0	15.23998	1.63066	.0001268	.0002867
18.0	30.48006	.46284	.0000360	.0000874
19.0	30.47995	.21699	.0000169	.0000410
20.0	15.24003	.12792	.0000099	.0000326
21.0	15.23998	.07173	.0000056	.0000197
22.0	30.48001	.04329	.0000034	.0000129
23.0	15.23998	.22695	.0000177	.0000359
24.0	45.72004	.17045	.0000133	.0000246
25.0	30.48001	12.32012	.0009582	.0060445
26.0	30.47995	5.83524	.0004539	.0018177
27.0	45.72004	3.27041	.0002544	.0007126
28.0	45.71999	16.13953	.0012553	.0053610
29.0	60.96007	20.75765	.0016145	.0092864
30.0	30.47995	35.16487	.0027350	.0183082
31.0	45.71993	9.60775	.0007473	.0035911
32.0	60.96002	18.25134	.0014195	.0081642
33.0	.00000	37.35701	.0029055	.0193310
34.0	.00000	4.76794	.0003708	.0011507
35.0	.00000	.60187	.0000468	.0000920
36.0	.00000	.12837	.0000100	.0000237
37.0	.00000	.07170	.0000056	.0000045
38.0	.00000	.04072	.0000032	.0000022
39.0	.00000	.02429	.0000019	.0000013
40.0	.00000	.01567	.0000012	.0000008

Event Volume Summary:
 Rainfall 18.28800 mm 5.120640 cu m
 Plane infiltration 14.89781 4.171386
 Storage .00091 .000254
 Outflow 3.41784 .956995

Error (Volume in - Volume out - Storage) < 1 percent

Time step distribution (100,75,50%) = .07143, .07143, .07143 min

Total watershed area = .0280000 ha

Sediment yield = 190.3110 kg/ha

Sediment yield by particle class:

Particle size (mm)	.250	.050	.005
Yield (kg/ha)	86.8341	90.3183	13.1586

% of total yield 45.63 47.46 6.91

12 September 2004

Plot 2

Contributing area = .0280000 ha

Peak flow = .0020152 cu m /s (25.91031 mm/hr) at 12.0 min

Peak sediment discharge = .0200254 kg/s at 12.0 min

Water balance			Sediment balance	
-----	-----	-----	-----	-----
Rain:	2.204720 cu m	7.874000 mm	In:	.000000 kg
Inflow:	.000000 cu m	.000000 mm	Deposited:	-2.366120 kg
Infiltr:	1.834536 cu m	6.551915 mm	Suspended:	.000000 kg
Stored:	.000068 cu m	.000243 mm	Out:	2.366332 kg
Out:	.368887 cu m	1.317455 mm	Error:	-.01 %
Error:	.06 %			

Elapsed Time	Rainfall	Outflow	Outflow	Total Sediment
min	mm/hr	mm/hr	cu m /s	kg/s
.0	30.48000	.00000	.0000000	.0000000
1.0	30.48000	.00000	.0000000	.0000000
2.0	30.48000	.00000	.0000000	.0000000
3.0	15.24000	.00000	.0000000	.0000000
4.0	15.24000	.00000	.0000000	.0000000
5.0	15.23999	.00000	.0000000	.0000000
6.0	15.24000	.00000	.0000000	.0000000
7.0	30.48001	.00000	.0000000	.0000000
8.0	30.47999	.00128	.0000001	.0000167
9.0	30.48001	.97903	.0000761	.0001331
10.0	30.47998	5.82467	.0004530	.0017807
11.0	45.72001	9.25569	.0007199	.0041585
12.0	15.23998	25.91031	.0020152	.0200254
13.0	30.48004	3.83984	.0002987	.0014338
14.0	30.47998	11.11523	.0008645	.0051116
15.0	15.23998	14.61775	.0011369	.0084452
16.0	15.24003	3.02435	.0002352	.0009065
17.0	15.24000	.91432	.0000711	.0002255
18.0	15.23998	.87488	.0000680	.0001592
19.0	15.24000	1.29977	.0001011	.0002134
20.0	.00000	1.75918	.0001368	.0003057
21.0	.00000	.87307	.0000679	.0001076
22.0	.00000	.37019	.0000288	.0000395
23.0	.00000	.16643	.0000129	.0000169
24.0	.00000	.08609	.0000067	.0000059
25.0	.00000	.04564	.0000035	.0000026
26.0	.00000	.02705	.0000021	.0000015
27.0	.00000	.01605	.0000012	.0000009
28.0	.00000	.01221	.0000009	.0000007
29.0	.00000	.00753	.0000006	.0000004
30.0	.00000	.00540	.0000004	.0000003

Event Volume Summary:

Rainfall	7.874000 mm	2.204720 cu m
Plane infiltration	6.551915	1.834536
Storage	.000243	.000068
Outflow	1.317455	.368887

Error (Volume in - Volume out - Storage) < 1 percent

Time step was adjusted to meet Courant condition

Time step is too large: element hydrographs are not well-represented!

Total watershed area = .0280000 ha

Sediment yield = 84.51185 kg/ha

Sediment yield by particle class:

Particle size (mm)	.250	.050	.005
Yield (kg/ha)	31.83784	45.38182	7.29219
% of total yield	37.67	53.70	8.63

12 September 2004
Plot 3

Contributing area = .0280000 ha

Peak flow = .0013955 cu m /s (17.94215 mm/hr) at 12.0 min

Peak sediment discharge = .0131055 kg/s at 12.0 min

Water balance			Sediment balance		
Rain:	2.204720 cu m	7.874000 mm	In:	.0000000 kg	
Inflow:	.000000 cu m	.000000 mm	Deposited:	-.9389738 kg	
Infiltr:	2.059193 cu m	7.354261 mm	Suspended:	.0000000 kg	
Stored:	.000000 cu m	.000000 mm	Out:	.9494293 kg	
Out:	.143713 cu m	.513259 mm	Error:	-1.11 %	
Error:	.08 %				

Elapsed Time min	Rainfall mm/hr	Outflow mm/hr	Outflow cu m /s	Total Sediment kg/s
.0	30.48000	.00000	.0000000	.0000000
1.0	30.48000	.00000	.0000000	.0000000
2.0	30.48000	.00000	.0000000	.0000000
3.0	15.24000	.00000	.0000000	.0000000
4.0	15.24000	.00000	.0000000	.0000000
5.0	15.23999	.00000	.0000000	.0000000
6.0	15.24000	.00000	.0000000	.0000000
7.0	30.48001	.00000	.0000000	.0000000
8.0	30.47999	.00000	.0000000	.0000000
9.0	30.48001	.00000	.0000000	.0000016
10.0	30.47998	.00076	.0000001	.0000000
11.0	45.72001	.04840	.0000038	.0000020
12.0	15.23998	17.94215	.0013955	.0131055
13.0	30.48004	2.33251	.0001814	.0011057
14.0	30.47998	4.80900	.0003740	.0019325
15.0	15.23998	6.97761	.0005427	.0032459
16.0	15.24003	1.61122	.0001253	.0005638
17.0	15.24000	.39151	.0000305	.0000842
18.0	15.23998	.13476	.0000105	.0000275
19.0	15.24000	.05999	.0000047	.0000149
20.0	.00000	.02565	.0000020	.0000043
21.0	.00000	.01131	.0000009	.0000012
22.0	.00000	.01191	.0000009	.0000010
23.0	.00000	.00683	.0000005	.0000004
24.0	.00000	.00403	.0000003	.0000002
25.0	.00000	.00182	.0000001	.0000000
26.0	.00000	.00000	.0000000	.0000000
27.0	.00000	.00000	.0000000	.0000000
28.0	.00000	.00000	.0000000	.0000000
29.0	.00000	.00000	.0000000	.0000000
30.0	.00000	.00000	.0000000	.0000000

Event Volume Summary:

Rainfall	7.874000 mm	2.204720 cu m
Plane infiltration	7.354261	2.059193
Outflow	.513259	.143713

Error (Volume in - Volume out - Storage) < 1 percent

Time step was adjusted to meet Courant condition

Time step is too large: element hydrographs are not well-represented!

Total watershed area = .0280000 ha

Sediment yield = 33.90819 kg/ha

Sediment yield by particle class:

Particle size (mm)	.250	.050	.005
Yield (kg/ha)	9.69799	20.58548	3.62472
% of total yield	28.60	60.71	10.69

21 September 2004
Plot 2

Contributing area = .0280000 ha

Peak flow = .0008723 cu m /s (11.21572 mm/hr) at 16.0 min

Peak sediment discharge = .0049909 kg/s at 19.0 min

Water balance			Sediment balance		
Rain:	3.342640 cu m	11.93800 mm	In:	.0000000 kg	
Inflow:	.000000 cu m	.00000 mm	Deposited:	-.7945589 kg	
Infiltr:	3.153674 cu m	11.26312 mm	Suspended:	.0000000 kg	
Stored:	.000036 cu m	.00013 mm	Out:	.7221805 kg	
Out:	.192141 cu m	.68622 mm	Error:	9.11 %	
Error:	-.10 %				

Elapsed Time min	Rainfall mm/hr	Outflow mm/hr	Outflow cu m /s	Total Sediment kg/s
.0	30.48000	.00000	.0000000	.0000000
1.0	30.48000	.00000	.0000000	.0000000
2.0	15.24000	.00000	.0000000	.0000000
3.0	30.48000	.00000	.0000000	.0000000
4.0	15.24000	.00000	.0000000	.0000000
5.0	30.47999	.00000	.0000000	.0000000
6.0	30.48001	.00000	.0000000	.0000000
7.0	15.23999	.00000	.0000000	.0000000
8.0	15.24000	.00000	.0000000	.0000000
9.0	15.23999	.00000	.0000000	.0000000
10.0	15.24002	.00000	.0000000	.0000000
11.0	15.23998	.00000	.0000000	.0000000
12.0	30.48004	.00000	.0000000	.0000000
13.0	15.23998	.00000	.0000000	.0000000
14.0	30.47998	.00000	.0000000	.0000000
15.0	60.96002	.00000	.0000000	.0000000
16.0	30.48001	11.21572	.0008723	.0019572
17.0	45.71999	3.70238	.0002880	.0010443
18.0	45.71999	6.43292	.0005003	.0021631
19.0	30.48001	10.37207	.0008067	.0049909
20.0	15.23998	2.98975	.0002325	.0007314
21.0	30.48006	.73639	.0000573	.0001742
22.0	15.23998	.56990	.0000443	.0001311
23.0	15.23998	.26210	.0000204	.0000517
24.0	15.24003	.17766	.0000138	.0000353
25.0	15.23998	.11788	.0000092	.0000250
26.0	15.23998	.07420	.0000058	.0000179
27.0	30.48001	.04640	.0000036	.0000127
28.0	15.24003	2.12922	.0001656	.0004238
29.0	.00000	1.20905	.0000940	.0001661
30.0	.00000	.60986	.0000474	.0000663
31.0	.00000	.27528	.0000214	.0000261
32.0	.00000	.10558	.0000082	.0000104
33.0	.00000	.05759	.0000045	.0000037
34.0	.00000	.03345	.0000026	.0000020
35.0	.00000	.02060	.0000016	.0000012
36.0	.00000	.01382	.0000011	.0000008
37.0	.00000	.00880	.0000007	.0000005
38.0	.00000	.00702	.0000005	.0000004
39.0	.00000	.00346	.0000003	.0000002
40.0	.00000	.00188	.0000001	.0000000

Event Volume Summary:

Rainfall	11.93800 mm	3.342640 cu m
Plane infiltration	11.26312	3.153674
Storage	.00013	.000036
Outflow	.68622	.192141

Error (Volume in - Volume out - Storage) < 1 percent

Time step distribution (100,75,50%) = .06667, .06667, .06667 min

Total watershed area = .0280000 ha

Sediment yield = 25.79216 kg/ha

Sediment yield by particle class:

Particle size (mm)	.250	.050	.005
--------------------	------	------	------

Yield (kg/ha) 8.88749 12.29792 4.60675
 % of total yield 34.46 47.68 17.86
 11 October 2004
 Plot 1

Contributing area = .0280000 ha

Peak flow = .0022055 cu m /s (28.35609 mm/hr) at 12.0 min

Peak sediment discharge = .0254862 kg/s at 11.0 min

Water balance			Sediment balance		
Rain:	3.271520 cu m	11.68400 mm	In:	.000000 kg	
Inflow:	.000000 cu m	.000000 mm	Deposited:	-3.652704 kg	
Infiltr:	2.800274 cu m	10.00098 mm	Suspended:	.000000 kg	
Stored:	.000000 cu m	.000000 mm	Out:	3.620455 kg	
Out:	.472914 cu m	1.68898 mm	Error:	.88 %	
Error:	-.05 %				

Elapsed Time min	Rainfall mm/hr	Outflow mm/hr	Outflow cu m /s	Total Sediment kg/s
.0	15.24000	.00000	.0000000	.0000000
1.0	30.48000	.00000	.0000000	.0000000
2.0	15.24000	.00000	.0000000	.0000000
3.0	30.48000	.00000	.0000000	.0000000
4.0	15.24000	.00000	.0000000	.0000000
5.0	15.24000	.00000	.0000000	.0000000
6.0	15.23999	.00000	.0000000	.0000000
7.0	30.47999	.00000	.0000000	.0000000
8.0	45.72001	.00000	.0000000	.0000000
9.0	60.95999	.00000	.0000000	.0000000
10.0	91.44003	.06277	.0000049	.0002833
11.0	76.20000	27.66687	.0021519	.0254862
12.0	60.95999	28.35609	.0022055	.0179811
13.0	45.71999	16.59826	.0012910	.0083658
14.0	45.72004	6.40549	.0004982	.0022994
15.0	30.47995	6.82627	.0005309	.0023106
16.0	45.71999	2.15704	.0001678	.0004361
17.0	30.48001	8.81430	.0006856	.0024829
18.0	.00000	2.98337	.0002320	.0005132
19.0	.00000	.93866	.0000730	.0001250
20.0	.00000	.32914	.0000256	.0000387
21.0	.00000	.09289	.0000072	.0000127
22.0	.00000	.04532	.0000035	.0000026
23.0	.00000	.02460	.0000019	.0000013
24.0	.00000	.01499	.0000012	.0000008
25.0	.00000	.00912	.0000007	.0000005
26.0	.00000	.00705	.0000005	.0000004
27.0	.00000	.00347	.0000003	.0000002
28.0	.00000	.00188	.0000001	.0000000
29.0	.00000	.00113	.0000001	.0000000
30.0	.00000	.00000	.0000000	.0000000

Event Volume Summary:

Rainfall	11.68400 mm	3.271520 cu m
Plane infiltration	10.00098	2.800274
Outflow	1.68898	.472914

Error (Volume in - Volume out - Storage) < 1 percent

Time step distribution (100,75,50%) = .04167, .04167, .04167 min

Total watershed area = .0280000 ha

Sediment yield = 129.3019 kg/ha

Sediment yield by particle class:

Particle size (mm)	.250	.050	.005
Yield (kg/ha)	50.1675	61.5673	17.5672
% of total yield	38.80	47.62	13.59

ภาคผนวก ค สูตรการคำนวณทางสถิติที่ใช้ในการเปรียบเทียบข้อมูล

การคำนวณเปรียบเทียบข้อมูลโดยการใช้ Root mean square Error

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (P_i - O_i)^2} \times \frac{100}{\bar{O}}$$

เมื่อ

N = จำนวนของข้อมูล

P_i = ข้อมูลที่ได้จากการประมาณ

O = ข้อมูลที่วัดได้จริง

\bar{O} = ค่าที่ได้จริงเฉลี่ย

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ	นายจักรพงษ์ ไชยวงศ์
วัน เดือน ปี เกิด	19 กันยายน 2520
ประวัติการศึกษา	สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย จาก โรงเรียน นวมินทราชูทิศ พายัพ ปีการศึกษา 2538 สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรีวิทยาศาสตร์บัณฑิต เกษตรศาสตร์ สาขาวิชาปฐพีศาสตร์และอนุรักษศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ 2543
การทำงาน	อาจารย์ พนักงานมหาวิทยาลัย คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ 2543 - ปัจจุบัน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved