

APPLICATION OF REMOTE SENSING AND GIS TECHNIQUE
ON TRANSPORTATION ANALYSIS FOR SWAMP DEVELOPMENT

Dra. SRI SARWOASIH .*

Mr. SHINOBU SAKAI **

- * Staff of Remote Sensing Division
Center for Data Processing and Mapping (PUSDATA)
Ministry of Public Works
- ** Expert of Japan International Cooperation Agency
(JICA)

ABSTRACT

This paper describes a product transportation potential analysis system as one of forefront application in the field of Remote Sensing Project (R/S Project) activity in PUSDATA, Ministry of Public Works under cooperation of JICA.

The optimum transportation planning is quite important for strategic marketing of various kinds of agricultural or industrial products.

The study area for the product transportation potential analysis is in Pulau Burung - Kateman Riau Province where is newly developed some 55,000 ha estate for coconut production. The estate is located in typical coastal swamp area.

Canal network system in the estate is constructed as product transportation infrastructure.

The input data for this analysis are :

1. Landcover map which is produced by Landsat-TM satellite data
2. Yearly unit yield referred by national statistical data
3. Transportation friction of every landcover condition which is tried to set up as the relative number to express difference of difficulty of product transportation.

As the result, following outputs are tried to produce by above three input data.

1. Accessibility map
2. Optimum transportation route map
3. Gathering area map
4. Transportation amount map.

1. INTRODUCTION

Since 1980, The Remote Sensing Project (R/S Project) has been implemented in PUSDATA, Ministry of Public Works which is cooperated with Japan International Cooperation Agency (JICA).

Though Remote Sensing Project activity, fundamentals and advanced Remote Sensing and GIS technology has been introduced in PUSDATA.

Recently, R/S Project developed transportation potential analysis system as one of forefront simulation technic in this field.

This study is an application of that technic to estimate potential transportation of coconut product in swamp estate.

2. MATERIALS

2.1. Description of the case study area

The case study area is located in Pulau Burung - Kateman surrounding Guntung River, Kabupaten Kampar - Riau Province, where is stretched to between the latitude 0 7' - 0 33' of north (48 km width) and longitude 103 08' - 103 36' of east (52 km width) and bordered between Kampar river and Kateman river.

Geomorphologically, the area is flat and most of them as the swampy peat land.

The estate is divided into two portions, the area of bigger one is around 35,000 ha, where is almost covered by grown up hybrid type coconut, and that of small one is 20,000 ha, planted by still young stage of coconut.

As author's understanding, the coconut product is gathered through canal system, in this case, through main canal or existing river, shipping out in harbour facilities in coast. Author assumed as the analysis condition that outlet of coconut production is limited 6 (six) main canals or river for the bigger portion and 2 (two) main canals for the small portion of estate.

On the boundary between the estate and outer area, this analysis model set up isolation zone to interrupt any transportation except above outlet points.

3. METHODOLOGY

The method of this study is shown in flowchart of figure-1. Following is outline of this method.

3.1. Preparation of Input Data

1. Land Cover Map is produced by Landsat-TM Satellite Data by using Maximum Likelihood method in PUSDATA. (See Figure-2).
2. Yearly Unit Yield is set up according to land cover condition such as young stage, grown up stage of hybrid coconut in estate or conventional coconut along coast or river. Some statistical data are referred for setting up this yield value. (See Figure-3).
3. Transportation friction as the relative number to express difference of difficulty of product transportation is set up for every Land Cover condition respectively. (See Figure-4).

All three data above are prepared as image data style to enable computer analysis. Each input data are consist of around 3 (three) million of 30m X 30m pixel (mesh).

The set up number of last two input data above are shown in table-1.

3.2. PRODUCTION OF OUTPUT

1. Accessibility Map.

Accessibility map can be produced by mathematical integration of transportation friction set up as input data. As the condition of mathematical integration, coastal zone is adopted as starting point for accessibility estimation. Then add up neighbour friction value repeatedly to reach destination (production field). If there are several way to reach one pixel, the combination to minimize the integrated value of transportation friction is selected. (See Figure-5).

2. Optimum Transportation Route Map.

This map is as back_trace of accessibility map. When accesibility map is produced, the transportation directions from pixel to pixel are recorded. Therefore taking reverse direction from product field to coast, this result so call optimum route, can be get. (See Figure-6).

3. Gathering Area Map.

Gathering area map is produced by similar process as optimum transportation map. The difference is that optimum route map is examined skipped pixel to outlet, but for the gathering zone map is examined all pixel to outlet. A group of pixel linked to specific outlet forms one gathering zone. (See Figure-7).

4. Transportation Amount Map.

Transportation amount map is the final output in this study. This map is produced by simulation of product convey along optimum transportation route. All product in one gathering zone is accumulated to outlet (harbour facility). (See Figure-8).

The equation can be written as below,

AMOUNT OF TRANSPORTATION (Ton/Day)

$$= \sum_{i=1}^n \{ \text{YIELD } i \text{ (Ton/Ha/Year)} \} * \text{Pixel area (Ha)} / 365$$

(here, n : number of pixel in one gathering zone)

4. RESULT AND DISCUSSION

The most difficult point of this system is how to set up suitable number of transportation friction. There is no standard of it and earnestly be expected to establish some criterion about it. Yet, this new system has following advantage and much possibility to contribute for appropriate swamp development planning.

1. Necessary data acquisition is almost limited only land cover map produced by LANDSAT satellite image data (which is ready standard product of PUSDATA).
2. If yield and friction factors are reasonably set up, quite valuable information can be get efficiently.
3. Useful for comparison of alternative swamp development plan.
4. Helpful for betterment of management or marketting in ready developed area.
5. Has flexibility to apply various kind of transportation subject, those are,

- Selection of transportation model (canal system, road system, mixture of them, etc.).
- Selection of point or zone for production and destination.
- Selection of product (agricultural, industrial, natural resource, etc.).

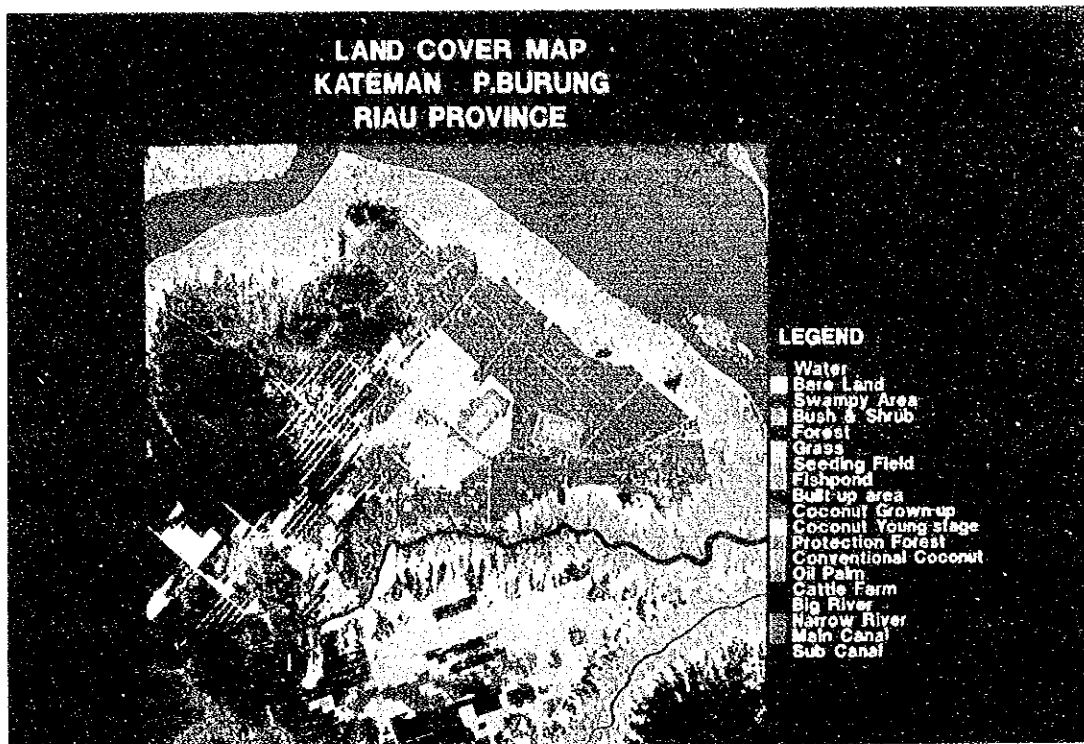
5. REFERENCES

1. Pengembangan Software modul sistem Evaluasi Lahan Daerah Pulau Burung - Kateman, Ministry of Transmigration, 1993 February.
2. Statistik Indonesia - Statistical Year Book of indonesia 1990, Center of Statistical Berau, Jakarta - INDONESIA.

Table-1

FRICITION WEIGHTING & YEARLY UNIT YIELD (COCONUT)

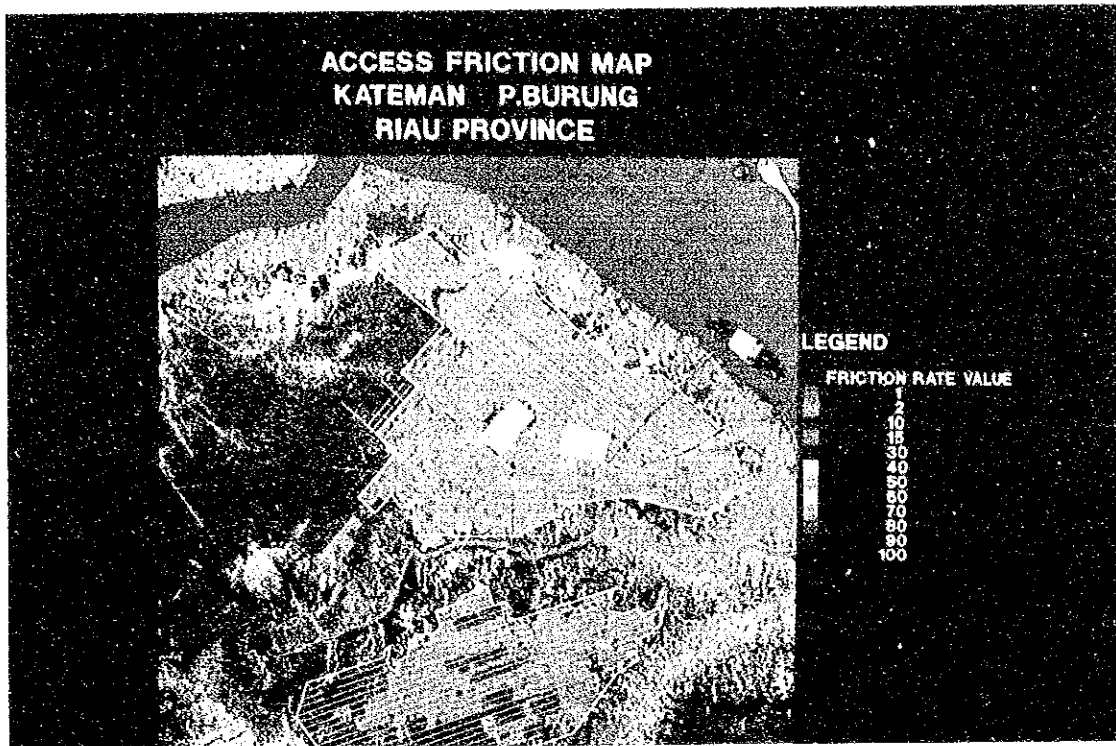
LAND CATEGORY	FRICITION (RELATIVE)	UNIT YIELD (t/ha/year)
1. Water	1	0
2. Open Area	30	0
3. Swamp	100	0
4. Bush	60	0
5. Forest	90	0
6. Grass	40	0
7. Seeding Field	^	0
8. Fishpond	^	0
9. Acomodated Zone	30	0
10. Coconut (Grown-up)	50	40
11. Coconut (Young-stage)	50	20
12. Protection Forest	60	0
13. Conventional Coconut	70	25
14. Oilpalm	60	25
15. Cattle Farm	80	0
16. Wide River	2	0
17. Narrow River	10	0
18. Main Canal	10	0
19. Sub Canal	15	0
20. Estated Border	^	0



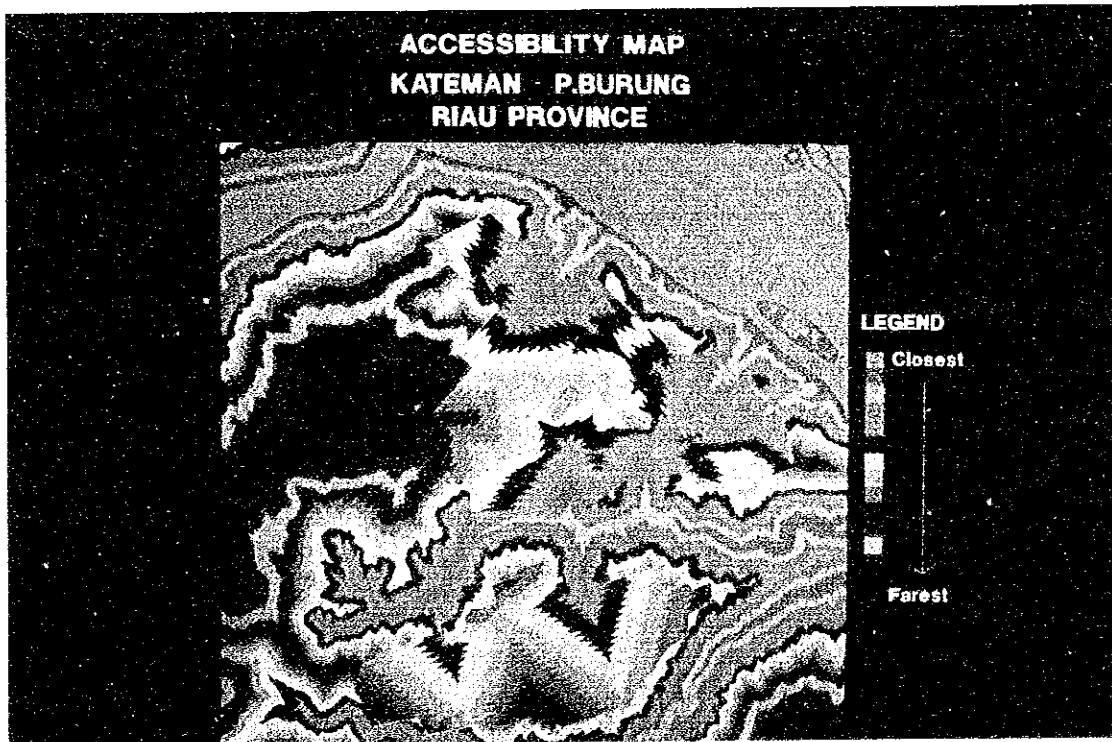
Figure— 2 . LAND COVER MAP



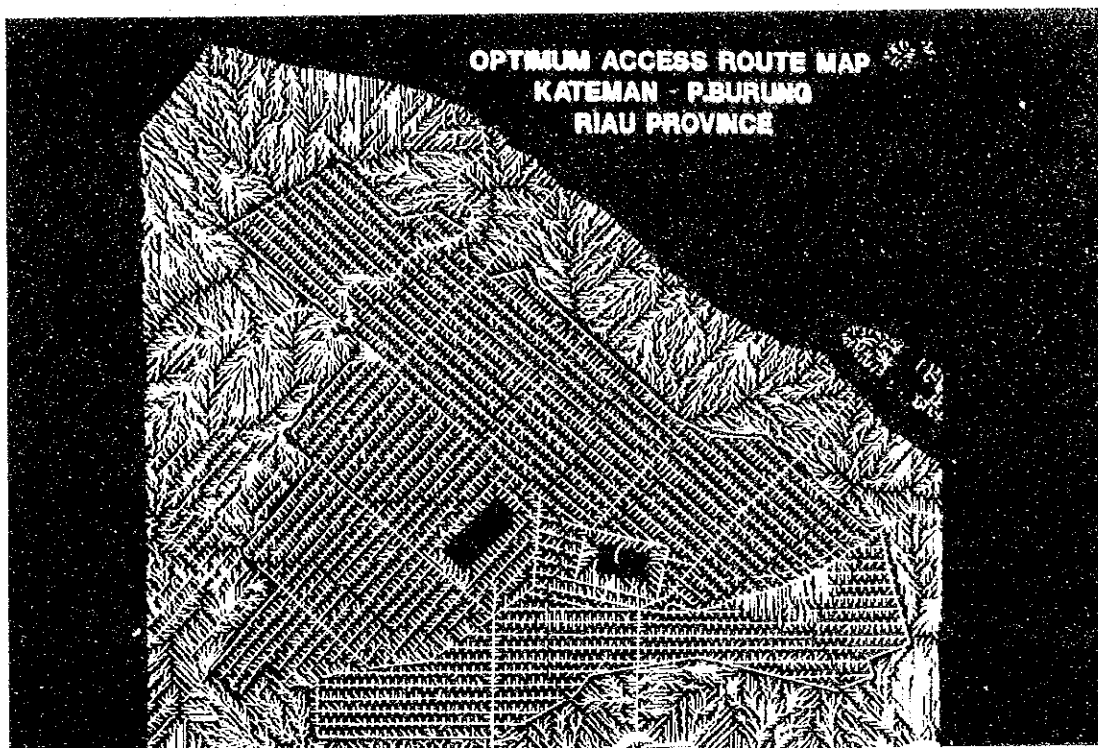
Figure— 3 . UNIT YIELD MAP



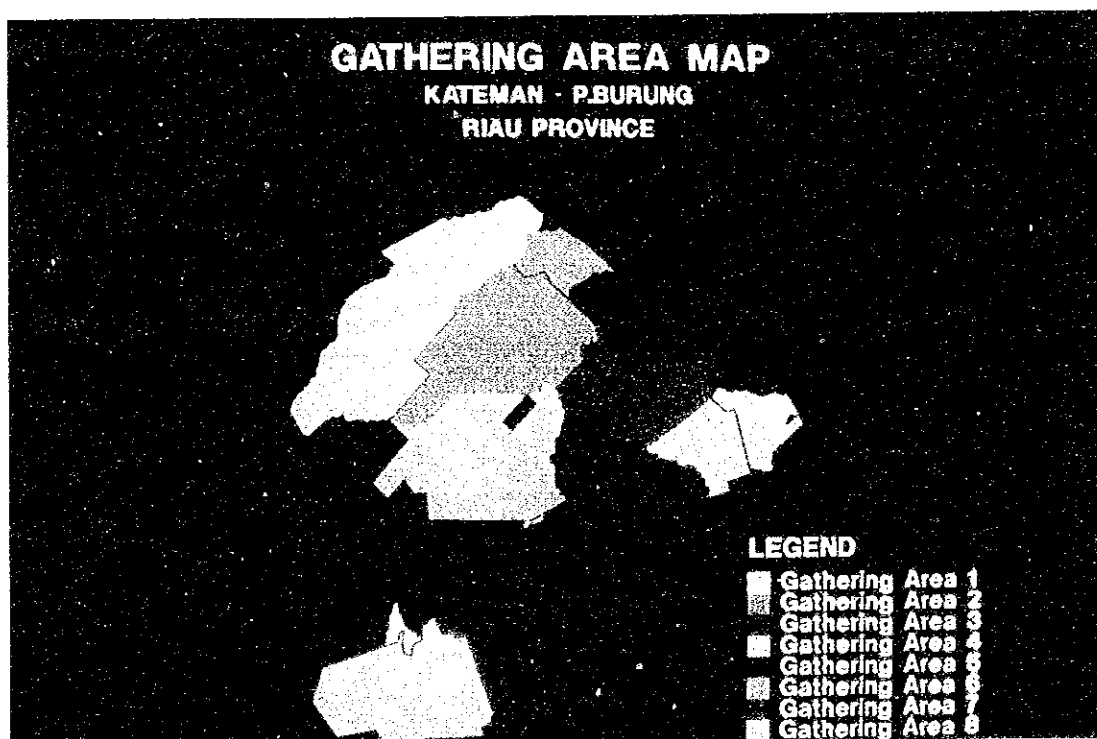
Figure— 4 . ACCESS FRICTION MAP



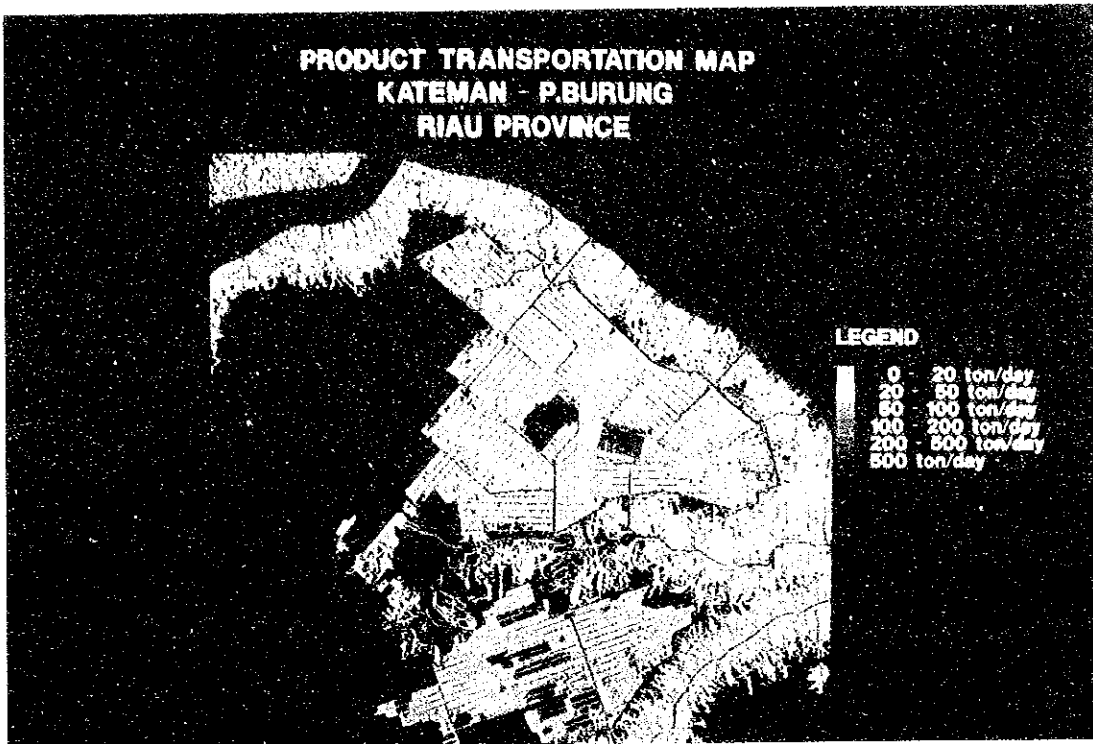
Figure— 5 . ACCESSIBILITY MAP



Figure— 6 . OPTIMUM ACCESS ROUTE MAP



Figure— 7 . GATHERING AREA MAP



Figure— 8. PRODUCT TRANSPORTATION MAP

ANNEX - 6.

LIST of DEVELOPED SOFTWARE

1. KTKMGK : elevation interpolation and slope estimation
 from contour elevation
 input1 : contour elevation file (1byte classified)
 input2 : contour elevation link file (TXT elevation list)
 input3 : point(perk) elevation data
 key in or read file(TXT ; B)
 output1 : interpolated elevation map file (2 byte)
 0 ~ 65535 1CCTcount 0.1M
 output2 : slope map file (1 byte)
 unit : % (X = tan(a) * 100)
 compressed as sqrt(x) * 24 + 15

2. CONPOL : contour line to elevation polygon conversion
 input : contour line file (1byte line pixel has class value)
 output : elevation map (1byte table polygon type)

3. ROUTERIV : water flow direction tracing on river pattern
 from elevation model
 input1 : river pattern map
 (input2) : reday processed river flow direction map
 (input3) : elevation map
 output : water flow route on river
 : 1 byte char (8direction)
 0 : non flow (flat,outarea)
 1 : N 2 : NE 3 : E 4 : SE
 5 : S 6 : SW 7 : W 8 : NW

4. DREDGE : elevation model dredging along river flow direction
 input1 : interpolated elevation map
 : 1CCT = 0.1M (0.0~65534.0M) 2byte integer
 input2 : river flow direction map
 output : dredged elevation map
 : 2 byte integer

5. SINKFILL : filling sink in elevation model
 input : interpolated elevation map
 : 1CCT = 0.1M (0.0~65534.0M) 2byte integer
 output : fulfilled elevation map

6. ROUTELND : water flow direction tracing on whole land area
 from elevation model
 input1 : interpolated elevation map
 : 1CCT = 0.1M (0.0~65534.0M) 2byte integer
 (input2) : river flow direction map
 output : water flow route
 : 1 byte char (8direction)
 0 : non flow (flat,outarea)
 1 : N 2 : NE 3 : E 4 : SE
 5 : S 6 : SW 7 : W 8 : NW
7. CATAREA : catchment area estimation map production
 input1 : water flow route direction map
 : 1 byte char 0:non 1:N ~ 8*Nw
 (input2) : water shed classified map
 output1 : catchment area of every pixel point
 : 4 byte integer 1 cct count : 1 ha
 : or 1 byte classified 1,2,3,5,7,10,15,20,30,50,
 70,100,150,200,300,500,700,1000....
 output2 : catchment area outlet list (TXT)
 SEQ, WSNO, #L, #C, #pix, #ha
8. WTSBED : watershed classification
 input 1 : water flow direction map
 input 2 : water shed devidind point data
 with CCT_count (shed_class + 100) on river outlet
 give CCT value on lbyte CATAREA output by GISEDIT
 output : water shed classified map 1 byte
9. WTSBEDLR : watershed classification
 (devided leftside and rightside along river)
 input 1 : water flow direction map
 input 2 : catchment area map (output of CATAREA (4byte))
 input 3 : water shed devidind point data
 with CCT_count (shed_class + 100) on river outlet
 give CCT value on lbyte CATAREA output by GISEDIT
 output : water shed classified map 1 byte L,R devided

10. DCHARGE : rainfall discharge (long term avelage) estimation
input1 : water flow route direction map
: 1 byte char 0:non 1:N ~ 8*Nw
input2 : discharge coefficient (long term overall value)
: 1 byte unit 1% / cct (0 ~ 100)
input3 : rainfall strength (mm / year)
: 1 byte unit 20 mm/year/CCTcount
output1 : avelage discharge
: 4 byte FLOAT unit : 0.1L / sec
: or 1 byte classified 1,2,3,5,7,10,15,20,30,50,
70,100,150,200,300,500,700,1000....
output2 : catchment area outlet list (TXT)
SEQ, WSNO, #L, #C, TYPE, IN, TAKE, DCH
11. SSBKAR : plot scale and aspect analisys
(with function of plot scale map and plot aspect map)
input1 : land cover or change map include objective class
input2 : plot scale lank data (TXT)
input2 : plot aspect lank data (TXT)
output1 : plot aspect histogram
output2 : plot scale hisgram
output3 : plot class map
output4 : aspect class map
output5 : plot coodination data
12. ACCESSR : access direction
input1 : start point (class) map 1byte
input2 : acces resistance map (0 ~ 250) 1byte
: 254 : obstacle
: 255 : non treat (outside)
output : access direction map 1byte
: 1 : N 2 : NE 3 : E 4 : SE
: 5 : S 6 : SW 7 : W 8 : NW
: 9 : non direction 0 : outside
13. ACCDIST : accessibility index calculation
input1 : acces direction map (by ACCESSR)
input2 : access resistance map
output : accessibility index map
4 byte integer unit : (10X of input resistance)

14. CATLST : catchment area listing from map file
any point specified in input table
input1 : catchment area map, 4 byte, output of CATAREA
input2 : point data list (TXT)
same format as CATAREA output listing
SEQ, WSNO, #L, #C, #pix, #ha
output : catchment area outlet list (TXT)
SEQ, WSNO, #L, #C, #PIX, #ha, #ha(total)
15. DCHLST : discharge amount listing from map file
any point specified in input table
input1 : discharge map, 4 byte, output of DCHARGE
input2 : point data list (TXT)
same format as CATLST output listing
SEQ, WSNO, #L, #C, #pix, #ha, #ha(toal)
output : catchment area outlet list (TXT)
SEQ, WSNO, #L, #C, #pix, #ha, #ha(toal), #DCH
16. CHBIND : image file chanel bind
17. CHDEVIDE : image file chanel devide
18. COMBI2A : 2 image combination
add A + B
multiply A * B
devide A / B
overlay A -> B
masking B by A
program statement
19. ELVDIFF : detect difference bitween 2 elevation data
input1 : elevatin map A 2 byte
input2 : elevatin map B 2 byte
output : elevatin defferemce map (A - B)
20. POLBND : poligon to boundary line conversion
input : laster poligon map
output : laster boundary line map
21. PRMZK : moziking 2 image with priority class
(ex. river pattern map mozaiking)
input 1 : class image map base
input 2 : class image map additional
output : moziked image with priority class

22. RECLASSA : CCT count change int. -> int.
input : 4, 8, 16, 32 bit integer
output : 8, 16, 32 bit integer
process style single | range | offset
multiply a * X + b
devide (X + a) / b
23. RECFLOAT : CCT count change float -> int.
input : 32 bit float
output : 8, 16, 32 bit integer
process style single | range | offset
multiply a * X + b
devide (X + a) / b
24. SLPCLS : slope classification
input1 : slope value map (output of KTKMGK)
when unit : %
SLOPE = ((CCTin - 15.) / 12.) ** 2
when unit : degree%
SLOPE = atan(((CCTin - 15.) / 12.) ** 2
* 0.01) * (180./PI)
input2 : slope class lank data (TXT)
output : slope classified map
25. SOSBULK : MSS bulk process
original by SAKAI, converted by OOMUMA, reconverted by SAKAI
geometric arraignment
image resolution improvement
super stripe noise elimination
pixel size arrangement
26. SSCOORD : 2 image relative geometric coodination
(4 point coodination , pseudo affin transformation)
27. SSCROSS : 2 image file cross sum up table production
28. SSELVAVE : interpolated elevation map production
from terrace elevation image
multi direction avelage method
unit : 0.2M (0.0~65535.0M) 2byte integer

29. SSELVITP : interpolated elevation map production
 from terrace elevation image
 maximum slope direction method
 unit : 1 CCT count = 0.2M (0.0~65534.0M) 2byte integer
30. SSFIL : picture quality improvement program
 overall image quality improvement
 : contrast , sharpness , d-range
31. SSGEO : Longitude Latitude coordinate geometric correction program
 (4 point GCP , pseudo affin transformation)
32. SSMAG : image magnification and/or reduction program (0.01~100X)
 with trimming function
33. THIESSEN : area division by thiessen method
 input : base image (something class) map 1byte
 output : area divided (classified) map 1byte
34. WIDELIN : widen line image (pixel)
 input 1 : line image
 output : widen line (specified class)
35. LAPNSKWA : LAPAN MSS data skew factor analisis program
 (skew factor is saved on disk for reskew process data)
36. LAPNSKWC : LAPAN MSS data reskew program
 (use skew factor data saved by LAPNSKWA program)
37. RDCCTX : unknown CCT image data conversion sample program
38. RWHEAD : ERDAS header r/w subroutine pro. by OONUMA

II. 上村 健一郎 (農業開発計画)

派遣期間 : 平成3年7月25日

~平成6年6月5日

農業開発計画長期専門家 活動報告書

1. はじめに

本報告は、農業開発リモートセンシング計画フェーズIIの農業開発計画長期専門家の活動を総括したものである。本専門家の派遣期間は1991年7月25日から1994年6月5日までの2年10カ月間にわたった。

1-1 目的

専門家の活動は、当然の事ながら、プロジェクトの目標と整合していなくてはならない。本プロジェクトでは、その目標である「農業開発計画におけるリモートセンシング技術の実効的活用促進」を円滑に実現するために、以下のような活動が設定された。

- 1) 主題図・評価図の作成手法の開発
- 2) ガイドライン作成
- 3) データベースの開発
- 4) 研修

このうち、農業開発計画担当長期専門家は、ガイドライン作成を担当することとなっている。従って、本専門家の活動の目的は、以下の通り定義される。

農業開発計画担当長期専門家の活動目的は、ガイドラインの作成、制定によって、プロジェクトの目標とする「農業開発計画におけるリモートセンシング技術の実効的活用促進」を円滑に実現する事である。

1-2 業務の範囲

上記目的を達するために、以下の活動を行った。

- 1) 作成するガイドラインが、農業開発の実務と整合するよう、既存の農業開発計画策定体系について調査する。
- 2) 既存の計画策定体系に沿った主題図・評価図を選考し、その仕様を確定する。
- 3) 確定された仕様をガイドラインとして記述する。

2 活動内容

2-1 活動過程

本専門家の活動は大きく分けて以下の4期に分別できる。

第一期：1991年8月～1991年12月

ガイドライン作成方針の設定。

第二期：1992年1月～1992年7月

既存の農業開発計画の体系の調査。及び、ガイドラインの枠組み構想。

第三期：1992年8月～1993年10月

ガイドラインに記載する主題図・評価図など記述素材の検討。

第四期：1993年11月～1994年5月

主題図・評価図の仕様確定とガイドラインの記述。

2-2 ガイドライン作成方針設定

1991年11月の巡回指導調査団の来伊を機に、ガイドラインとそれを構成する主題図・評価図、ガイドラインの運用を支援するデータベースの目的、用途、運用法などの仕様を長期専門家チームとカウンターパートとの間で綿密な設計打ち合わせを行った。

この設計打ち合わせにおいては、各専門家の業務内容の策定だけでなく、プロジェクトの目標を明確にし、各専門家の活動をその目標に収束させるための業務の位置づけなどについても検討が行われた。

2-3 既存の農業開発計画の体系の調査

7回のワーキンググループ会議を実施し、農業開発事業関連機関の事業計画の体系、及びそれに付随する土地評価体系について情報収集を行った。この情報収集結果は、ガイドライン第1章として、とりまとめられた。

7回のワーキンググループ会議は以下の通り。

第1回	1991年11月25日	かんがい排水事業関連
第2回	1992年1月22日	全体会議
第3回	1992年2月13日	農村計画事業関連
第4回	1992年4月29日	農地保全事業関連
第5回	1992年7月1日	移住省土地評価体系

第6回	1992年7月15日	人口環境庁土地評価体系
第7回	1992年7月28日	農業省土地評価体系

2-4 ガイドライン素材作成

PUSDATAの土地評価支援体系の枠組みが概定したのをうけて、ガイドラインの記述素材となる主題図・評価図の仕様検討、確定に取り組んだ。この仕様確定作業に対し実施された、本専門家が関与した主なスタディは以下の通りである。

- 1) 農業適地選定土地評価支援システム開発（岡島短期専門家活動）
- 2) ワイラレムダム水資源かん養、土壌保全スタディ（深山短期専門家活動）
- 3) チュラトンスルナ水文特性、土壌保全性評価スタディ
- 4) カンバル川上流植林地帯選定スタディ
- 5) チュラトンスルナ水需要スタディ（塩野短期専門家活動）

2-5 ガイドライン記述

上記の一連のスタディを通して開発・作成された主題図・評価図の仕様を記述し、ガイドライン（案）としてとりまとめた。

3. 提言

- 1) 今回提出されたガイドラインは、現段階ではドラフトであり、公共事業省のガイドラインとして制定されるよう、関係各位の努力を要請する。
- 2) 本ガイドラインのインドネシア語版の作成を推奨する。
- 3) ガイドラインは、現在のPUSDATAの技術レベルで作成可能な主題図・評価図に限定して記述してある。従って、今後新たな技術開発によって作成可能になった主題図・評価図、ユーザー側の要請によって仕様変更されたものなどについては、逐次、改訂することが望ましい。改訂ならびに追補版の作成を、PUSDATAとして組織的に対応することを推奨する。
- 4) ガイドラインは、主題図・評価図の仕様を規定し、その内容をユーザー側に伝達する事を主眼にしているため、詳細な主題図・評価図の作成手法については、記載されていない。特に地方レベルにおける技術者に対する支援を視野に入れた主題図・評価図作成マニュアル作成をインドネシア側で用意することを推奨する。

4. おわりに

本プロジェクトの評価は、多種多様である。実は、筆者自身のプロジェクトに対する評価も一定していない。

成功していないと主張する評価に対しては、「本プロジェクトは成功した。各国の開発援助に携わる技術者たちが連日のように解析を依頼にきているPUSDATAの現状をみれば、その成功は明らかである。」と答えることにしているし、大成功だったと評価する向きには、「成功とはいえない。農業開発と銘打ったプロジェクトであるにも関わらず、このプロジェクトによってインドネシアの農業開発の現状が改善された兆しはみられないし、このプロジェクトのおかげで生活が向上した農民はおそらくまだ一人も存在しない。」と戒めることにしている。

ただ、短期的な視点だけでの評価は避けたい。本プロジェクトが成功であったか否かは、農業開発リモートセンシングプロジェクトに関わった関係者すべての（もちろん筆者を含めて）、今後の努力にかかっている。

最後に、Akil 所長はじめとするインドネシア側カウンターパート、境リーダーはじめとする日本人専門家、JICA、大使館、農林水産省、国内支援委員会などにて後方支援を戴いた関係各位に、深く感謝の意を表して、本書の結びとしたい。