

4.2.2. 観測結果と出水特性

(1) 観測結果

観測は1992年9月12日13時から開始し、12月10日に中間データとして回収し、1993年9月17日に終了した。

365日間の水位変化を視覚的にとらえるためにグラフ化し、各月毎にまとめて App. Figure-1~5 を作成した。水位は10分毎のデータをもとにしているが、X軸のメモリは1日単位（午前0時）で示している。

また、月毎の最高水位 (MAX)、最低水位 (MIN)、平均水位 (AVG)のほか、日中の平均水位（7時~18時、D_AVG）、夜間の平均水位（19時~翌日6時、N_AVG）をApp. Table-16に示した。これは現地調査期間中に、日中の水位変化は少なく、夜間の降雨によっての水位上昇下降が顕著に観察されたため、後のエコツアー利用の解析にも利用するためである。

月毎の平均水位は 1.9~ 2.9mの間で推移し、その平均は2.31mである。日中の平均値は2.25m、夜間の平均値は2.36mで、降雨の傾向を反映して10cm程高い。

渇水期の最低水位は1.72m（1992年9月）、最高水位は5.84m（1993年9月）を記録した。

(2) 出水特性

水位のグラフをみると、変化の度合いがよくわかる。1992年9月後半に降雨が多くなってから、水位は1m前後の幅で毎日上下を繰り返している。水位上昇は夜間に多く、0時付近に最高水位を示す場合が多く、日中にみる水位の変化はそれほど激しくない。そして、たびたび起こる豪雨の際には、非常に速く水位は上昇し、時には3m以上一気に上昇している。このような急激な出水は降雨の多い月には数日おきにみられる。しかし、無降雨日が続く水位が安定している時期にも、突然の豪雨によって水位上昇が起こるので、川岸のキャンプ利用等には注意が必要である。

このように水位にはKuala Belalongの降雨に程度の差こそあれある程度対応して上昇変化がみられる。すなわち、14~15時頃から降り始め夜間に降雨が続く傾向に対応して、水位上昇もその時刻頃から上昇し始め、夕方から夜間、早朝に最高水位を示す。

この増水と減水の傾向をみるため、最高水位から上位6例をとりあげ、最高値の時刻前後3日間の水位を1時間毎に示すグラフを作成した。(App. Figure-6~11)

この6例からみると、1時間で急激な水位上昇がみられ、少なくとも水位上昇がみられてから2時間で最高水位に達してしまう。その上昇幅は、2時間で2.3m、3時間では最低水位から2.6mの上昇例があり（1992年11月22日~24日）、最高では1時間で3.4m（1993年9月1日、2.3mから5.73m）も一気に上昇した例がある。

最高水位を記録した1993年9月1日~2日の記録をさらに10分間隔のグラフにしたのが

Figure-34 である。水位はわずか40分で3.43mも上昇し、最初の10分間で1.64mの上昇を記録、次の10分間では1.13mの上昇を示した。

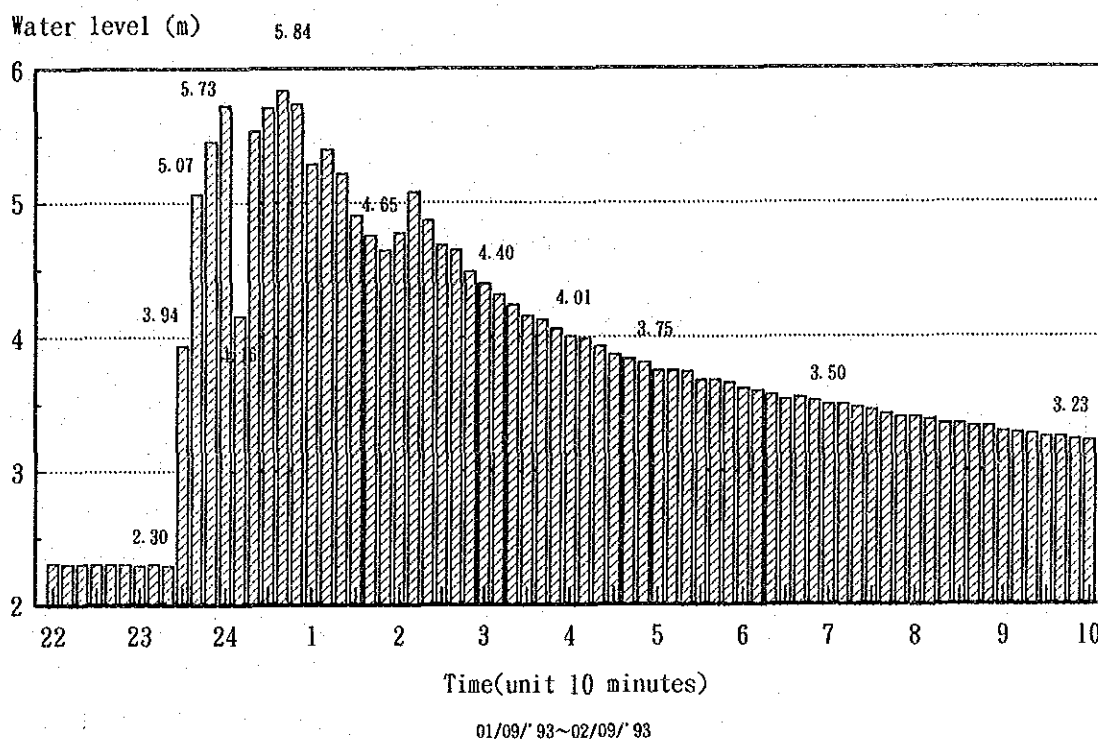


Figure-34 Stage-graph (every 10 minutes)

一方減水は、3～4時間で1m近く水位下降し、その後は緩やかな下降曲線を描き、20～30時間で安定した水位に戻るが、すぐに次の降雨があり増水に向かうサイクルが続く。

このように、水位上昇が非常に速くその幅も大きいことは、当流域のように第三紀の堆積岩で占められ、表土が非常に浅薄な流域の特徴でもあり、また降雨もかなり広い範囲で強い雨が降っているものと推察される。

4.3. Temburong 川本流の流速と流量

前章ではTemburong 川流域の水文特性を把握することを目的に、水位計によって水位変化を計り出水の特性を検討したが、これをさらに量的な感覚として捉えることを目的に流量を測定した。

4.3.1. 調査結果

流量測定は水位計設置箇所の下流約20m地点に固定測線（A・B測線）を設け、河川横断地形に応じた流速を測定して流量を算出した。

各測定日と水位計水位（以下水位とよぶ）は以下のとおりである。

- 1 回目（1992年 9月21日 13:00） B測線 水位 1.83m
- 2 回目（1992年11月17日 10:30） A測線 水位 2.14m
- 3 回目（1992年11月21日 10:30） A測線 水位 2.50m
- 4 回目（1992年12月10日 10:30） A測線 水位 2.10m

下表は流量計算の結果と測定時水位、それぞれの比流量（ $\ell/\text{sec}/\text{km}^2$ ）などを示したものである。なお、流速測定地点の集水面積は 25,500ha（255 km^2 ）である。

Table-27 Results of the flow velocity survey

Waterlevel (m)	Water depth(m)	Area (m^2)	Mean flow velocity (m/sec)	Maximum flow velocity (m/sec)	Discharge (m^3/sec)	Specific run-off ($\ell/\text{sec}/\text{Km}^2$)
1.83(B)	1.85	12.16	0.27	0.48	3.29	12.9
2.14(A)	1.30	21.74	0.69	0.95	14.96	58.7
2.50(A)	1.70	30.39	1.14	1.52	34.61	135.7
2.10(A)	1.25	20.73	0.61	0.95	12.59	49.4

4回の測定中、1回目（1.83m）は9月の平均水位1.90mより低く最低水位1.72mとの中間の水位で、2・4回目（2.14、2.10m）は11、12月の最低水位に近く、3回目（2.50m）は11、12月期のほぼ平均水位である。

データが少なく、2.5 m～1.83mまたそれ以下の流量はある程度推定できるが、洪水時の水位は測定時最高の 2.5mからさらに 2.5m近くも上昇するため、この水位時の流量の推定は難しい。

4.3.2. 渇水流量からみた水分特性

森林の持つ水源かん養機能を評価する方法として、洪水調節作用の面からは降雨と流出の関係からの推論、渇水の緩和の面からは渇水流量測定による方法が用いられている。渇水期の流量測定は容易におこなえるし、Temburong 川では水位低下が直接河川交通に影響するため、渇水期の流量を考えることがより現実的である。

1992年9月の調査期間中前半（9月10日～21日）は低水位が続いた期間で、年間の最低水位 1.72mを記録している。第1回目測定日の水位（1.83m）はこれより0.11m高いが、地元での

聞き取りからも 1.8m前後が渇水季の水位と判断される。(App. Figure-1 Transition of Water level 参照)

このときの流量を比流量に換算すると、 12.9 l/sec/km^2 である。これは日本の全国渇水比流量(年間 355日はこの程度の流量を下回らない値)の 10 l/sec/km^2 と、同じく新第三紀地帯での平均値 13.9 l/sec/km^2 の中間の値である。

明瞭な雨季と乾季がなく、少雨季といえども何らかの降雨がある熱帯多雨林地帯の渇水流量が、日本の例と同じ値を示すことは、日本の例がかなり長い期間の無降雨期の結果であることを考慮すると、低い値といえることができる。

これは流域が透水性が低い地質条件であることを意味していると同時に降雨時の直接流出量が多くなっていることを物語っており、この水源地帯を覆っているUlu Temburong 国立公園の原生林の重要性が認識される。

4.4. 林地および河川の保全に関する事項

4.4.1. 山腹と溪岸の崩壊

(1) 調査方法

山腹崩壊地の調査は航空写真判読と現地調査を併行しておこなった。航空写真判読は調査区域 1万ha全域についておこない、現地調査では森林調査など諸調査時に歩いた範囲で山腹崩壊地を直接観察した。

また、溪岸崩壊地のように比較的小規模な崩壊地は、大きな樹冠に遮られて、航空写真では判読不可能な場合が多く、ボートの中からの調査と徒歩による踏査をおこなった。

a. 使用航空写真

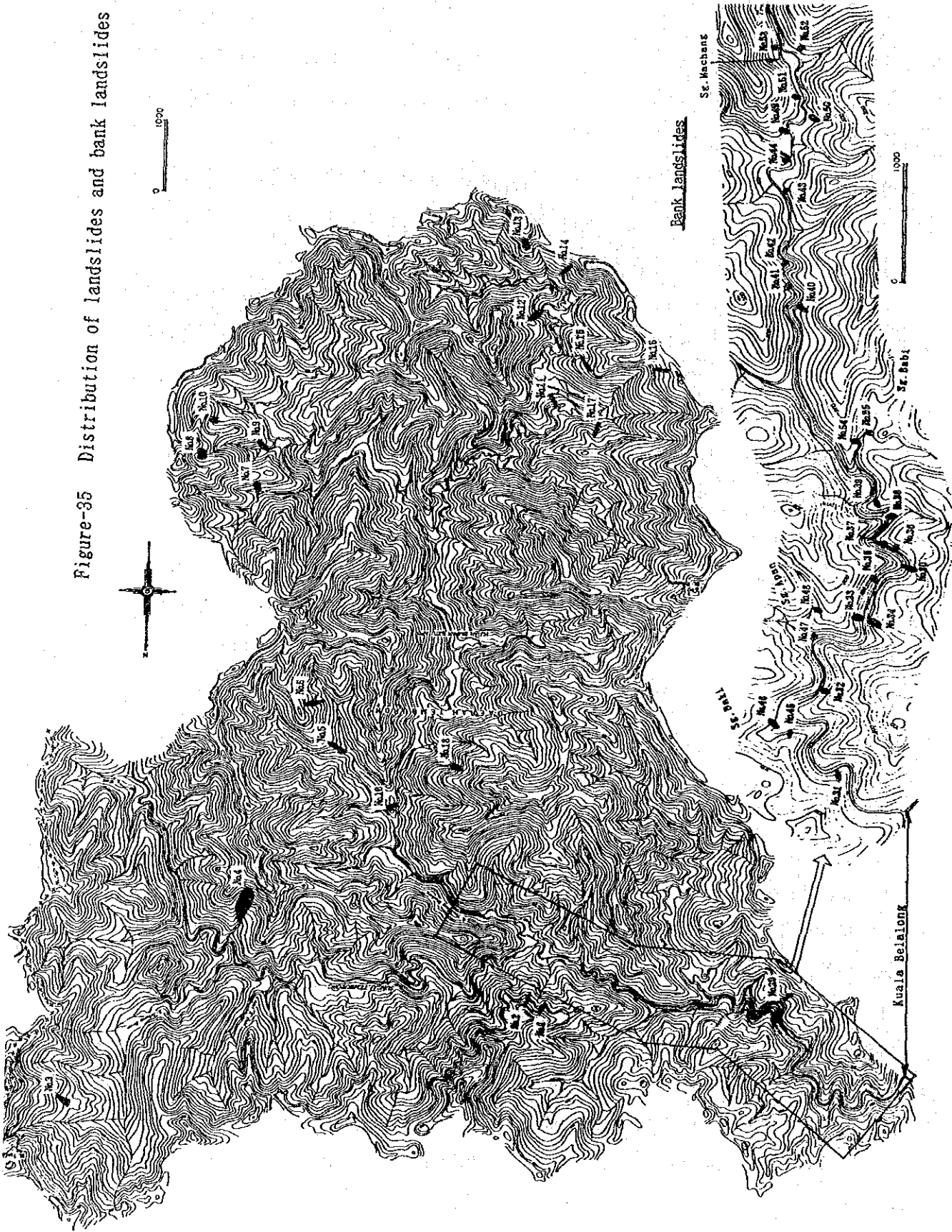
林相判読と同様に1982年撮影の航空写真を使用し、この写真で、雲により判読が困難な区域については、1975年撮影の写真で判読した。

1992年撮影の航空写真は縮尺が1:40,000と小さく、撮影状態も劣るため1982年撮影のものと同じ精度の判読は難しいが、大規模な崩壊地(80m×80m、写真上では、2mm四方程度以上)は判読できる。これを1982年以後の新たな崩壊の発生、崩壊地の推移をみる為に使用した。

b. 現地調査

前述のように、諸調査の範囲のなかで崩壊地の規模(傾斜、斜面長、幅等)、植生の状態、土質などを調査した。また、溪流の状況を把握するため、Sg. Baki(入口から約 300m区間)、Sg. Apan(約 500m)、Sg. Babi(約 500m)、Sg. Machang(約 1,200m)の溪流を踏査した。なお、Temburong 川本流はSg. Babi_2 までの約 1,000m区間をボートによって調査した。

Figure-35 Distribution of landslides and bank landslides



(2) 調査結果

調査結果を山腹崩壊地と溪岸崩壊地とに分類して Table-28・30に示した。山腹崩壊地は、山腹を斜面上部 (Upper)、中部 (Middle)、下部 (Lower)に区分してその位置を示し、植生の回復状況をその被覆率 (%) で現した。またその分布状況はFigure-35 に示すとおりである。

a. 山腹崩壊地

Table-28 Landslides in the survey area

Survey area 11, 100ha

No.	Location	Slope (°)	Slope length (m)	Plane length (m)	Width (m)	Plane area (ha)	Vegetation (%)	Note	River (Catchment)
1	Upper	50	50	32	20	0.06		Line like	Sg. Temburong
2	Upper	50	120	77	30	0.23		Line like	Sg. Temburong
3	Upper	40		120	40	0.48		Line like	Sg. Sekurop
4	U-M	35		470	100	4.70		Land slide	Sg. Temburong
5	Lower	40		70	50	0.35	60	Platy	Sg. Machang
6	Upper	40		60	40	0.24	60	Platy	Sg. Machang
7	Lower	40		120	80	0.96	80	Platy	Sg. Machang
8	Lower	35		40	80	0.32	80	Platy	Sg. Machang
9	Lower	35		100	80	0.80	60	Platy	Sg. Machang
10	Lower	40		30	30	0.09		Platy	Sg. Machang
11	Lower	35		100	40	0.40		Platy	Sg. Machang
12	U-L	40		150	30	0.45		Line like	Sg. Machang
13	Lower	40		30	40	0.12		Line like	Sg. Machang
14	Upper	40		80	30	0.24		Line like	Sg. Machang
15	Lower	40		100	30	0.30		Line like	Sg. Machang
16	Upper	40		130	30	0.39		Line like	Sg. Machang
17	Lower	35		160	60	0.96		Platy	Sg. Machang
18	Middle	35		120	30	0.36		Platy	Sg. Machang
19	Middle	35		25	90	0.23		Platy	Sg. Machang
20	Middle	40		180	30	0.54	70	Line like	Sg. Temburong
T o t a l						12.22			

調査区域内には航空写真により判読された18箇所 (No. 3～No.20)、現地調査によって新たに確認された2箇所 (No. 1, 2) と、合計20箇所、12.22ha の山腹崩壊地がある。

そのほとんどは表層が滑落した崩壊地であるが、No. 4はTemburong 川に面した小溪の源頭部に発生した地すべり性の深層崩壊地で、他のそれとは性質が異なっている。その規模は大きく、斜面長は 600mを超え面積は4.70haで荒廃地全体の38%を占める。

この地すべり性崩壊地を除いた崩壊地の1箇所当たり面積は0.40haで、比較的規模の大きな崩壊地が散在しているといえる。また、この中では幅が狭く斜面長の長い線条崩壊地が約半数あるが、これは巨木の転倒、根がえりなどが引き金となって崩壊に結びついたものと思われる。

これを流域別に集計すると Table-29 のとおりである。

表中Sg. Temburong欄は本流流域に面した小流域と、数本の支流流域を一括したもので、崩壊率は流域に対する崩壊地の面積率で現し、括弧内はNo. 4を除いた崩壊地の面積率である。

分布状況をみるとSg. Machang流域に多く発生しており荒廃率が高く、他の流域は無いが、点在する程度である。Sg. Machang合流点から下流域にはNo. 1, 2およびNo.20の3箇所、0.83haが分布するが、Sg. Apanをはじめとする3支流流域には崩壊はない。このうちNo. 1, 2は稜線近くの急斜面に隣接して発生した線条の崩壊地である。No.20は1982年撮影航空写真でも植生被覆率が高く現在も現地確認が難しいくらい植生が回復している。

Table-29 Landslides in each catchment

Catchment	Catchment area (ha)	Number	Total area (ha)	Rate of Landslide(%)
Sg. Baki	40.0			
Sg. Apan	144.1			
Sg. Babi	773.6			
Sg. Machang	5,645.0	15	6.21	0.11
Sg. Sekurop	736.3	1	0.48	0.07
Sg. Temburong	3,761.0	4	5.53	0.15(0.02)
Total	11,100.0	20	12.22	0.11(0.07)

次に崩壊率の高いSg. Machang流域をみると、15箇所中11箇所が源流部の急斜地に発生している。この源流部はBt. Belalong から派生する稜線に囲まれて、大きく2つの流域に分かれる。両流域とも解析の進んだ地形で谷密度は高く、本流も著しく蛇行した複雑な形状の流域である。これは脆弱な地質を反映しているともいえ、崩壊は流域を囲む稜線付近に多く分布している。この稜線を含む源流部一帯は、Belalong流域側も含めて崩壊性の高い地域といえる。

前述のように線条崩壊地が多くみられるのは、崩壊の発生は小規模なものに始まるが多くは巨木の転倒をとまなうか、または巨木の転倒が引き金になる場合もあり、これが長い急斜面下部の植生を破壊し線条の崩壊地となる（この規模のものは使用した密着航空写真では非常に判読しにくい）。この崩壊地が度重なる豪雨によって周囲に拡大していくものと推察される。

b. 溪岸の崩壊地

前述のように溪岸崩壊の航空写真判読は不可能で調査対象地全域をカバーすることができないため山腹の崩壊とは別に集計した。

調査範囲はエコツアー利用範囲の河川沿と各小溪を対象に調査したもので、25箇所0.86haが観察された。1箇所平均の面積は0.03haと山腹の崩壊地からみるとなり小規模である。

Table-30 Results of bank landslide survey

No	Location	Slope (°)	Slope length (m)	Plane length (m)	Width (m)	Plane area (ha)	Vegetation (%)	Note	River (Catchment)
31	Bank			15	8	0.01			Sg. Temburong
32	Bank			40	20	0.08			Sg. Temburong
33	Bank	45	25	17	10	0.02		Rock	Sg. Temburong
34	Bank	35	30	24	15	0.04			Sg. Temburong
35	Bank	35	30	24	10	0.02			Sg. Temburong
36	Bank	45	20	14	8	0.01			Sg. Temburong
37	Bank	40	30	22	10	0.02			Sg. Temburong
38	Bank	34	50	41	8	0.03			Sg. Temburong
39	Bank	45	20	14	10	0.01		Rock	Sg. Temburong
40	Bank	47	35	23	20	0.05			Sg. Temburong
41	Bank	48	25	16	8	0.01		Rock	Sg. Temburong
42	Bank	40	15	11	15	0.02	60		Sg. Temburong
43	Bank	42	55	40	25	0.10		New	Sg. Temburong
44	Bank	38	25	19	10	0.02			Sg. Temburong
45	Bank		15	15	20	0.03	80	Restoration	Sg. Baki
46	Bank		30	30	30	0.09	80	Restoration	Sg. Baki
47	Bank	40	25	19	10	0.02			Sg. Apan
48	Bank	33	30	25	20	0.05	60		Sg. Apan
49	Bank			30	8	0.02			Sg. Machang
50	Bank	38	30	23	10	0.02	80		Sg. Machang
51	Bank	38	30	23	15	0.03	60		Sg. Machang
52	Bank	38	20	15	10	0.02	80	Restoration	Sg. Machang
53	Bank	40	40	30	10	0.03	80		Sg. Machang
54	Bank	40	100	76	10	0.08	80	Restoration	Sg. Babi
55	Bank	35	25	20	15	0.03			Sg. Babi
T o t a l						0.86			

溪岸の崩壊地を流域毎にまとめたのが Table-31 である。ここでは流域面積の代わりに調査延長として河道延長を示し、試みに発生頻度としてkm当たりの発生箇所数を示した。

発生頻度は各小支溪が1kmあたり4~7箇所と多く、Temburong 川本流では1kmあたり1.4箇所、Sg. Machangまでの間に14箇所0.44haの崩壊が発生している。

Temburong 川の溪岸沿い斜面は表土の浅い急斜面の上部に緩斜面が続く場合が多く、この急斜面に崩壊が発生するが、斜面長はさほど長くはない。また多くの場合巨木の転倒をとまなっており、これが崩壊地内に残っている箇所も多い。崩壊土砂はたびたび増水する本流にすぐに洗われ、多くの崩壊地脚部は岩盤が露出している。

一方流量の少ない支溪では、崩壊土砂は風化細粒化し、支溪内下流部に流下堆積している。支溪でも倒木は多くこれが累積した箇所も多く認められる。また、倒木により流路が閉塞された箇所では崩壊土砂がダムアップされて堆積し、これが増水の際に決壊すると土石流となって本流まで押し出す危険性が高い。

Table-31 Bank landslides in each catchment

Catchment	Survey Length(Km)	Number	Total area (ha)	Rate of Landslide
Sg. Baki	0.3	2	0.12	6.7 Num./Km
Sg. Apan	0.5	2	0.07	4.0
Sg. Babi	0.5	2	0.11	4.0
Sg. Machang	1.2	5	0.12	4.2
Sg. Temburong	10.1	14	0.44	1.4
Total	12.6	25	0.86	2.0

次に崩壊地の復旧度合いを観察すると、全体に露岩地となった崩壊地のほかの約半数にはブッシュ状の樹木や草木が進入し、自然復旧に向かっていると推察され、樹木の優占しているものは自然復旧地として特記した。(前掲 Table-30)表をみると4箇所の自然復旧地と5箇所は植生被覆が進んでいる。また、周辺に拡大し下部に土砂供給しているような崩壊地は認められなかった。このように崩壊地は、速度はともかく、自然の力で復旧に向かう傾向が意外に強いようである。

(3) 公園利用に及ぼす影響

崩壊の発生は直接的には林地の荒廃につながるが、溪流への土砂流出が災害に結びつくことも考慮しなければならない。しかし、調査区域内の山腹崩壊地は奥地に散在する程度で、下流域への土砂流出の危険性も少ないといえる。

溪岸沿いの崩壊地は大規模なものではなく、崩壊地脚部に基岩が露出しており、このことによって脚部の浸食はとまり、崩壊の拡大はみられないものが多い。新たに崩壊した斜面は自然景観をそこねるとする見方が一般的であろう。しかし、自然に林地に戻りつつある斜面と対比することによって自然の回復力を観察することもでき、これが自然認識の一助ともなり得る。

溪岸の崩壊地に関しては、土砂量などよりはむしろ崩壊に伴う倒木が流木化し、これが溪流の安定性、溪流利用の安全性に影響を与えることに注意を払う必要がある。このことについては次項調査(流木と倒木)でのべるが、崩壊地に残った倒木を利用し、表層の安定を計り自然復旧を促進する方法も有効であろう。

また支溪の場合、景観的に優れた滝が数カ所あり、これに至る溪流コースとしてのルートも将来考えられる。この場合、溪流をコースとするときには倒木の間をくぐり、ある時は乗り越えて歩くのも野趣があるが、これが連続すると快適性の面からも問題がある。また、溪岸付近の多くは急斜面で不安定な土層であるため、山腹からのルートにする場合には慎重にルート選定し、溪岸の急斜面は作工物を使用するなどの配慮により、これが崩壊を惹起しないようにするのは当然である。

4.4.2. 流木と倒木

(1) 調査方法と結果

流木と倒木の調査はBatang Duri からSg. Machangまでの本流を対象にボートの中から観察したもので、Batang Duri ~Kuala Belalong、Kuala Belalong~Sg. Apan、Sg. Apan ~Sg. Machangの各区間について右岸側と左岸側の現況を読み取ったものである。この結果は Table-32 ~ 34に示すとおりである。

a. Batang Duri ~Kuala Belalong区間

Table-32 Driftwood and fallen trees (Batang Duri ~Kuala Belalong)

Survey No.	Driftwood (Number*Length)		Fallen trees (Number*Length)	
	Right bank	Left bank	Right bank	Left bank
1	1*1	3*15	1*10, 1*5	2*10
2	4*5	1*10	1*10	1*10
3	1*15	5*10	1*15, 1*10	2*20
4	1*10	1*10	2*10	1*20
5	1*15	1*15	1*10	2*15
6	7*10	1*15	5*15	1*10
7	3*7	2*7	2*10	
8	2*8	1*4		
9	3*5	1*7		
10	2*7	2*5, 3*3, 1*2		
11	2*10	1*10		
12	1*15	1*12, 1*7		
13	1*10	3*10, 1*15		
14	2*7	1*10		
15	1*7, 1*10, 1*5	1*10		
16	1*3, 1*1	2*5		
17	3*10, 2*5	2*10		
18	2*10	2*10		
19	2*7, 1*7	1*15		
20	1*7	2*10		
21	1*7	2*10, 2*7		
22	1*15	1*10		
23	2*15	1*20		
24	4*10	1*10		
25	1*15	1*5		
26	1*20, 4*10	1*20		
27	2*15	1*10		
28	5*15, 2*10	2*15		
29	2*10			
30	1*15, 1*10			
31	5*10, 3*7			
32	4*7			
33	1*10			
34	6*20			
35	1*20			
36	1*20, 2*10, 2*7			
37	3*5			
38	1*20			
Total	103 Pieces	52 Pieces	15 Trees	9 Trees

Note : 1*15 1---Number of Pieces or Trees. 15---Length of Wood or Tree in meter.

Batang Duri からKuala Belalongに到る 7.5kmの水路で、流木は、右岸側で38箇所・103本を、左岸側で28箇所・52本を観察した。流木が岸边近くに滞留している様子を説明すると、例えば右岸No.1の箇所では1本でその長さは1m、左岸は3本でそれぞれの長さが約15mである。また左岸のNo.10では5mの長さのもの2本、3mのもの3本、2mのもの3本が1箇所に散らばっているということである。

倒木は右岸側では7箇所・15本を、左岸側では6箇所・9本を観察した。これら倒木はV字谷を形成するTemburong川の急峻な溪岸山腹に生立していたものが強い降雨や土石の風化によって樹冠の重さと根張りとのバランスを失うことになって倒れたものと考えられる。

b. Kuala Belalong~Sg. Apan 区間

Kuala BelalongからSg. Apan まで 2.6km区間で観察した流木は、右岸で14箇所29本、左岸で16箇所・52本であった。また、倒木は右岸で4箇所・6本、左岸で4箇所5本を観察した。

Table-33 Driftwood and fallen trees (Kuala Belalong ~Sg. Apan)

Survey No.	Driftwood (Number*Length)		Fallen trees (Number*Length)	
	Right bank	Left bank	Right bank	Left bank
1	2*10	5*20, 2*7, 3*7	1*20	2*20
2	3*20	2*20	1*10	1*20
3	2*15	1*10, 2*5	2*10	1*10
4	1*7	1*20	2*15	1*15
5	2*10	2*7		
6	2*10, 1*7	1*5		
7	3*10	3*10		
8	3*15, 1*7	4*10		
9	1*10	5*10		
10	1*10, 1*5	1*5		
11	1*15	2*7		
12	2*5	1*5		
13	2*10	3*5		
14	1*20	10*15		
15		1*10		
16		3*7		
Total	29 Pieces	52 Pieces	6 Trees	5 Trees

Note : 1*15 1---Number of Pieces or Trees. 15---Length of Wood or Tree in meter.

c. Sg. Apan~Sg. Machang区間

Sg. Apan~Sg. Machang区間の水路延長は 5.7kmである。ここで観察した流木は右岸側で25箇所・86本、左岸側で32箇所・105本であった。また倒木は右岸側では11箇所・18本、左岸側で18箇所・31本が観察された。

Table-34 Driftwood and fallen trees(Sg. Apan ~Sg. Machang)

Survey No.	Driftwood (Number*Length)		Fallen trees (Number*Length)	
	Right bank	Left bank	Right bank	Left bank
1	7*5	5*10	1*15	1*15
2	1*15	1*5	1*15	1*10
3	5*5	2*15	2*10	1*10
4	2*10	5*10	1*10	3*15
5	1*10	2*10	1*10	2*20
6	2*10	3*5, 5*5, 2*10	1*10, 1*5	1*10, 1*15
7	1*10	1*5, 1*7, 3*3	3*10	5*15
8	1*15, 1*10, 1*7	1*10, 3*5, 1*7	1*10	1*20
9	1*10	1*5	1*10, 1*7	1*7
10	5*5	2*15, 1*10	1*10	1*10
11	2*15	1*15	3*10	1*7
12	1*15	2*10		1*10
13	3*3, 3*5, 2*7	1*10, 1*5		2*10, 1*20
14	1*15	5*10, 5*3, 3*3		1*15
15	1*15	2*15		2*20
16	1*10	2*20		1*20
17	3*10	7*5		1*10
18	2*15, 1*10	1*10		3*10
19	3*5, 2*7	1*5		
20	2*20	1*10		
21	5*10, 2*15, 3*5	1*10, 3*5, 5*5		
22	3*15, 5*10, 7*5, 3*5	1*7		
23	1*15	1*10		
24	1*10	5*10		
25	1*15	1*10		
26		1*15, 1*10		
27		1*15, 1*5		
28		3*10		
29		2*10, 1*7		
30		5*5		
31		1*10		
32		1*10		
Total	86 Pieces	105 Pieces	18 Trees	31 Trees

Note : 1*15 1---Number of Pieces or Trees. 15---Length of Wood or Tree in meter.

(2) 公園利用に及ぼす影響

流木や倒木はダイナミックな自然の産物であるから静的な自然公園では荒涼たる景観を構成することが多い。また水路をアクセスとして利用するUlu Temburong 国立公園においては溪流の安定性を減少させるだけでなく、自然景観をそこね、さらにエコツーリストに対し心理的なインパクトを与えることとなる。これを回避するため、なんらかの方法で処理した方が得策と考えられる。このときの処理方法として次の3通りを提案する。

- ① 流木・倒木の安全な場所への搬出
- ② 流木・倒木の公園施設、歩道などへの積極的利用
- ③ 流木・倒木の現地への残置

しかし、それらの中には長い時間をかけて風化したり苔むしたりして、むしろ自然の一員として周囲にとけこんでいる場合も見受けられる。③はこの様な場合現地へ安全に残置するものである。

4.4.3. 溪床の石礫と堆積状況

Ulu Temburong 国立公園は厳正保存された熱帯多雨林のジャングルを歩くだけでなく、アクセスにTemburong 川を利用して原始の川旅を経験し、緑と水が調和した豊かな水辺環境を満喫できるところに特徴がある。

ここではTemburong 川や支流の河床を形成している石礫と、その堆積状況を調査し、溪流の安定性と安全性を検討する。

(1) 調査方法

現地踏査によって、本流や主な支流の荒廃状況、大規模な堆積地の位置と規模、発生源の有無などを把握した。

また航空写真を判読して堆積地の分布状況を把握し、現地調査と対比する。

(2) 調査結果

調査流域の面積、河道長、標高差、溪床勾配は次表のとおりである。

なお、前項同様Temburong 川の流域面積は本流に面する小支流流域とその他の支流を含む。

Table-35 Outline of each catchment

Catchment	Catchment area (ha)	Channel Length(m)	Elevation (m)	Slope of stream bed (%)
Sg. Baki	40.0	420	60	14.3
Sg. Apan	144.1	1,420	165	11.6
Sg. Babi	773.6	5,400	200	3.7
Sg. Machang	5,645.0	19,200	445	2.3
Sg. Sekurop	736.3	3,600	165	4.6
Sg. Temburong	3,761.0	18,700	95	0.5
Total	11,100.0			

a. Temburong 川の溪床

調査区域内のTemburong 川本流は、第三紀層の頁岩からなる急峻な山腹の中を著しく蛇行しながら流下しており、その溪床は域内から生産される軟質・細粒の礫と、調査区域の岩質とは異なる砂岩質の硬岩が厚く堆積して形成されている。

一般に大洪水などによって大規模な土石の移動が起こると、大粒径の石礫を含んだ堆積地が形成される。その後の中小洪水や年流出によって洗掘され、流量に応じた粒径の土砂礫が運び去られて、様々な瀬や淵が再度形成される。そして堆積地は段丘状地形や中州となる。

Kuala Belalong~Sg. Machangの区間で調査した結果このような堆積地は6箇所認められた。(Figure-36)この堆積地の中央の横断地形を模式的に表現したのが App. Figure-12 である。このうち段丘状地形として明瞭に残っているのはNo.2で、堆積面には溪岸によく認められる灌木が繁っている。No.1の中州上にも同様な樹木が生育しているが、他の堆積地にはみられない。これは増水による冠水の頻度を現しているともみることができる。この堆積地の見取りによる規模を示すと Table-36 のとおりである。なお、横断図や規模は水位 2.8m (12月1日) 時の水位を基準としたものである。

Table-36 Area of sedimentation

No.	Length (m)	Width (mean, m)	Area (m ²)	No.	Length (m)	Width (mean, m)	Area (m ²)
1	200	25	5,000	4	170	35	5,950
2	160	30	4,800	5	100	40	4,000
3	250	20	5,000	6	130	30	3,900

この水位は11、12月期の平均水位より30cmほど増水した時の水位である。この水位では30m程の幅の溪床は全面が流路となり、幅40m程度以上の溪床でやや比高の高い堆積面が約10m残る程度の流量である。なお、水位測定開始以降この水面から2m以上上昇した洪水が7回記録されているが、堆積状況に大きな変化は認められていない。

Sg. Machangまでの間では小規模な堆積地が瀬を挟んで断続的に続くほかに、やや直線的な区間で平底型の溪床で、幅の狭い(20~30m)溪床が認められる。このような区間を便宜的に流送区間として、堆積区間と区分してFigure-36に示した。

次に、支溪からの流下土砂と本流の河床構成土砂との違いをみるため、各堆積地の最大粒径、最小粒径、平均粒径を調査し次表に示した。平均粒径は堆積地の代表的な箇所を選び2mの長さの3本線上の石礫の径から算出したものである。平均粒径の違いは明瞭で、Sg. Machangでは本流と同じ砂岩質の礫が混入するため平均粒径が中間の値を示している。

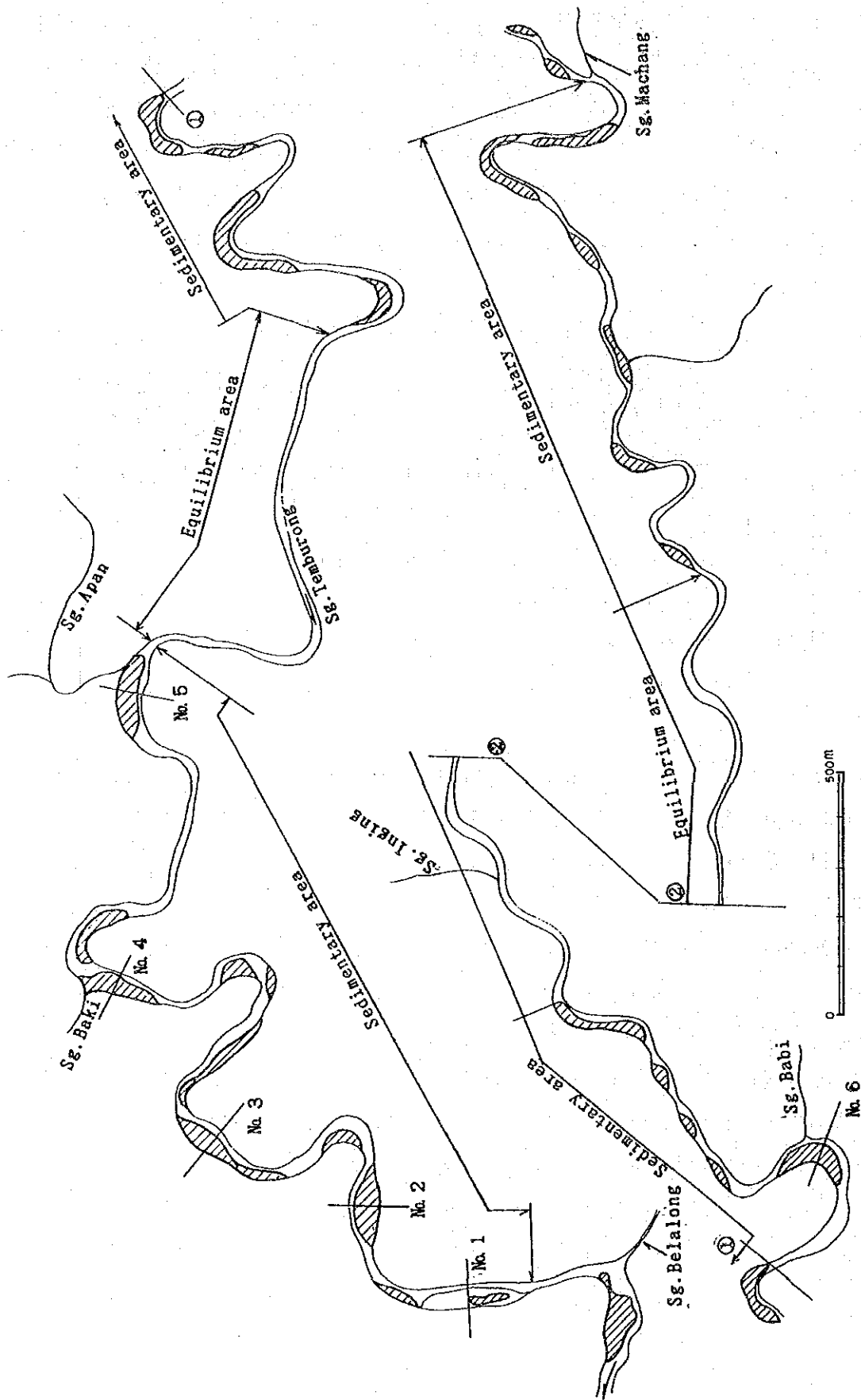


Figure-36 Distribution of sedimentary area

Table-37 Grain diameter at each sedimentation site

Place	Grain diameter			Place	Grain diameter		
	Min.	Max.	Average		Min.	Max.	Average
No. 1	2	60	14.3	No. 6	2	60	15.2
No. 2	1	55	13.8	Sg. Apan	1	22	3.8
No. 3	2	50	16.8	Sg. Babi	1	20	3.5
No. 4	2	60	13.5	Sg. Machang	1	60	6.8
No. 5	2	70	14.5				

b. 航空写真判読による堆積値の分布

使用した1:25,000 (1982年撮影) の密着写真は、水位の低い時期に撮影されており比較的良好に河床の状況が判読できる。幅50m程度の河床幅では流路の識別も可能であるが、それ以下では流路の識別までは困難である。また、幅30m程度の川原が識別され流路が見えない区間は堆積厚が厚く、流路が右岸か左岸のどちらかに片寄っているものと判断して堆積地帯として区分した。

これによってSg. Machang合流点から上流も堆積地帯と流送地帯に区分して分布図 (App. Figure-13)を作成した。

Kuala Belalong~Sg. Machangの区間は現地調査による分布と航空写真による分布とを検証した結果、No. 1~No. 6の堆積地とその前後も含め大きな差異は認められない。

また、調査区域よりさらに上流部も、航空写真で判読できる約8kmの範囲では同様な状況が続いており、幅60m以上の堆積地が続く箇所もある。このようにTemburong川の河床はさらに上流から続く礫が、増水時の掃流によって流下堆積を繰り返し、現在の河床を形成しているものと推察される。

c. 支流の河床状況

つぎに、Kuala Belalong~Sg. Machang間の主な支流の状況をそれぞれの下流域について踏査した結果を述べる。

(a) Sg. Baki およびSg. Apan 流域

Temburong川下流部右岸側に位置する二つの小渓流である。両流域とも人口から200m程は、上流山腹からの崩壊土砂が流送され(径1~10cm)幅5~8m、2%程度で堆積している。その上流部の河床幅は狭まって、河床勾配は5%と急になる。所々に基岩が節理にそって破碎さ

れたやや偏平な岩石（最大長径2 m）が累積して落差のある溪床が続く。そして硬い基岩は落差10~20mの滝を数カ所形成している。滝は踏査した範囲にはSg. Baki に1箇所、Sg. Apan に4箇所確認された。

山腹は急斜面が続き、多くの斜面は表層の土壌は薄く、亀裂が多い脆弱な岩石からなる。これらの岩石の崩落、崩壊が溪床に細粒の土砂を供給しており、倒木が多いのが荒廃の特徴である。

(b) Sg. Babi 流域

Temburong 川の右岸側に位置し、調査対象地域の中では中規模の流域面積を有する流域である。この規模の流域になると解析が進み、平均溪床勾配は3.7%と緩くなる。流送土砂は多く、Sg. Apan 同様細粒の土砂が下流域全体に1~2%で堆積している。古い時代に滝を形成したと思われる岩盤地帯が深く侵食され狭い溪谷となった箇所が所々に現れる。流木・倒木も多くこれが累積し、また溪岸崩壊の下流部で土砂をせき止めダムアップしている箇所も認められる。これらの決壊がさらに荒廃を招くことが危惧される。

(c) Sg. Machang 流域

調査対象流域の中間に位置し、流域中最大の流域面積を有する支流である。源流部はBt. Belalongから派生する稜線に囲まれ奥は深く、この源流部付近まで著しく蛇行の続く複雑な流域である。平均溪床勾配は2.3%と緩い。他の支溪と違い、溪床を構成する土石には近辺の山腹から供給される風化細粒化した小石のほか、Temburong 川本流の川原と同じ20~70cmの砂岩質の硬い礫が多く含まれ、これらが流木を伴って川原を形成している。溪岸山腹には斜面長30m程度の崩壊地が散在するが、多くは植生が進入し表面侵食の激しいものはない。

(3) 公園利用に及ぼす影響

Temburong 川の溪床は、はるか上流から続く砂岩質の中~大径礫の流下堆積が繰り返され現在の平衡状態が保たれている。自然河川である以上土石の移動により、一時的に船の交通が不可能になる状態は免れないことであるが、低水時の交通を常時確保するためにも最低限の浚渫を今後検討すべきである。

さらに通常の洪水において、最も河床・流路に大きな影響を与えるものは流木と考えられる。すなわち、当地域では流木化した倒木が長大で、堆積地上流部に滞留し自然のダムをつくり、これに掃流土砂が異常に堆積することによって著しく流路が変わる危険性がある。

このことを防ぐ為にも前項で述べたように、流木の発生に注意を払い、自然景観及び河川生態系を大きく変化させない範囲での利用・処理を検討することが得策である。

5. 国立公園の動物

5.1. 調査の目的と内容

原生自然生態系が保存されたUlu Temburong 国立公園の森林管理計画を考えると、その森林植生のみならず、そこに棲む野生生物の生息状況を把握することも必要である。当調査ではその基礎資料の収集を目的に下記の調査をおこなった。

また今後、Brunei大学等の研究組織との連携によって資料の充実を図り、これが利用者への有益な情報となることも望まれる。

野生生物の生息状況調査は哺乳類と鳥類について主として文献、聞き込み調査によっておこなった。

(1) 文献、既存情報

哺乳類は文献調査によってボルネオ島に棲む陸生哺乳類のリストを作成し、その中で Ulu Temburong で記録のある種、Bruneiで記録のある種についてチェックする。

鳥類についてはBrunei大学等の調査報告からUlu Temburong で記録された鳥類のリストを作成する。

(2) 現地調査

現地で採用した作業員や林業局職員7名に図鑑 (A FIELD GUID TO THE MAMMALS OF BORNEO, The Sabah Society、1985) を示し、国立公園内でみたことがあるかまたは捕獲したことがあるかなどを質問した。

森林調査等の諸調査の範囲では糞、食痕、足跡等のフィールドサインによる確認につとめた。なお、チェックリストに希少種、貴重種、保護動物か否か等の下記の基準によって記入した。国際自然保護連合 (IUCN) の評価、ワシントン条約 (CITES) の附属書指定、BRUNBIの保護種指定状況の表示方法を下に示し概説する。

① 国際自然保護連合 (IUCN) による危急度の評価

X (Extinct)…………… 絶滅種

過去50年間、野生状態での生存が確認されていない動物種。

E (Endangered) …………… 絶滅危惧種

絶滅の危機に直面しており、生息数減少の要因が取り除かれなければ絶滅するおそれが高い動物種。その他、過去50年間に野生状態での生存が確認されているが、おそらく今までに絶滅しているであろうと思われる動物種を含む。

V (Vulnerable) …………… 危急種

生息数減少の要因が取り除かれなければ、近い将来に上記の絶滅危惧種となる可能性が強い動物種。この中には、過剰な捕獲や大規模な生息環境の破壊により生息数が著しく

減少している種、生息数の減少が激しくいずれは絶滅の可能性のある種、さらに、現状では生息数は多いが生息域全体に深刻な脅威がせまっている種、を含む。

R (Rare) …………… 希少種

上記、絶滅危惧種または危急種、にはあてはまらないが、生息数が少なく特別に注意を払う必要がある動物種、生息域が極度に限られているか、生息密度が低いもの。

I (Indeterminate)…………… 危急度不明

上記、絶滅危惧種、危急種または希少種、のいずれかに当てはまる状況にあるが、情報が不足しているためどれに当てはまるか不明な動物種。

K (Insufficiently Known) …… 情報不足

情報不足のため判断できないが、上記のいずれかに属する疑いがある動物種。

T (Threatened) ……………異なる評価がされている亜種を含む動物種。

② ワシントン条約 (CITES)の付属書による国際取引の制限

I (Appendix I) …… 付属書 I

絶滅のおそれがあり、取引による影響を受けているか、受けることのある動物種。商業目的の国際取引は禁止され、学術研究目的の輸出入には輸出許可と輸入許可ともに必要とされる。

II (Appendix II) …… 付属書 II

現在、必ずしも絶滅の恐れはないが、取引を規制しなければ絶滅のおそれのある種となりうる動物種。商業目的の国際取引には、輸出許可が必要である。

③ Bruneiの野生生物保護法 (WILD LIFE PROTECTION, LAWS OF BRUNEI CHAPTER 102) による保護動物種。

- 学術目的のみに認められる許可なしでは、狩猟、屠殺、捕獲が禁じられている動物種。哺乳類 7 種、鳥類 23 種、は虫類 4 種が指定されている。

5.2. 調査結果

(1) チェックリストの作成

文献資料としてBrunei博物館が、断続的ではあるが、動物調査をおこなっており、これが毎年発行されるThe Brunei Museum Journal の中に報告されている。他にBrunei大学の熱帯雨林研究プロジェクトにおいて多くの研究者が約5000haの調査地の中で調査をおこなっており、その窓口であるUBD 生物学研究室から哺乳類と鳥類の情報を得た。

主にこれらの資料から哺乳類のリスト(App. table-17)と鳥類のリスト(App. table-18)を作成し付表に掲げた。これまでに国立公園地区付近で哺乳類55種、鳥類 239種の報告がある。

(2) 現地調査

森林調査等の現地調査時では哺乳動物の視認は困難で、声などでも種類の確認はできなかった。痕跡としては、Sun Bearの爪跡が5箇所、ヒゲイノシシや数種の有蹄類の足跡が川原や林内で確認された。鳥類は遡航途中の川沿いでササゴイ (Little heron)、数種のカワセミ (Stork billed、Blue-banded、Blue-eared Kingfisher)、上空にサイチョウ (Hornbills)が毎日のように観察された。

聞き取り調査は現地雇用の作業員6名と林業局職員1名の計7名に対しておこない、かなりの数の哺乳類を確認できた。しかし、図鑑の絵では不確実な面もあるため、7名の意見によって、確実なものやや確実なものにわけてチェックした。その結果はチェックリストに示したとおりである。哺乳類44種が識別されたが、これまで国立公園付近での報告の無いものが17種余り含まれている。

以上の結果をまとめると次のとおりである。

森林性の哺乳動物はその豊かな生育環境、Brunei政府の森林保護政策、猟銃の取締りなどのおかげで、数多く生息している。UBDの調査報告によると、特に大型樹上性霊長類であるミューラーテナガザル (Bornean gibbon)、ホースリーフモンキー (Grey leaf monkey)が多く、他にカニクイザル (Longtailed macaque)、ブタオザル (Pig tail macaque)も生息している。肉食動物も豊富で、運がよければ数種のカワウソ (Otters)、ジャコウネコ (Civet)、マングース (Mongoose)、マレーグマ (Sun bear)などを見るチャンスがあり、有蹄類では、IUCNの評価Vにランクされるヒゲイノシシ (Bearded pig)は調査地域全域に生息し、インドキョン (Barking deer) やスイロク (Samber deer)などの足跡や寝床などをみることができる。

最新のUBDの鳥類調査によると、5000haの調査地内で184種が確認されており、このうち水辺の森周辺部で124種、高度460mまでの斜面には132種、それより上部では83種となっている。特徴としては下層植物群落に生息する鳥は55種類しかなく、林冠部に生活する鳥類がかなり多いことである。

鳥類相としてはヒヨドリ、チメドリ、ヒタキ、カッコウの仲間などが多い他、特にサイチョウの数が多く、シロカンムリサイチョウ (White-crowned hornbill)、クロサイチョウ (Black hornbill)、ムジサイチョウ (Bushy-crested hornbill)、シワコブサイチョウ (Wreathed hornbill)、ズグロサイチョウ (Wrinkled hornbill)、サイチョウ (Rhinoceros hornbill)、オナガサイチョウ (Helmeted hornbill)、の7種が生息し、これらが遙か上空の壮大な樹冠から樹冠へ悠々と移動する様子を船上からもたびたびみることができる。他の報告ではカササギサイチョウ (Pied hornbill)も確認されており、Bruneiの保護種であるサイチョウのすべてが生息していることになる。なお、このうちオナガサイチョウは世界的にも貴重な種である。

6. 国立公園の利用計画

6.1. 利用計画のあり方

国立公園地域は熱帯多雨林に覆われている。熱帯多雨林は、動植物の宝庫として、また地球規模での環境を保全するものとして、世界の人々から大きな関心が寄せられている。近年、地球上の森林のおよそ5割をしめる熱帯林が、年間1千万ha以上にもおよぶ速さで減少しているとき、この原始の時代からつたわの大森林の存在は、加速度的にその価値を増していくことであろう。

この国立公園地域は、「特別な関心をよぶ地質的、地形的特徴をもつ地域、および現在、将来の世代の利益のために生物学的に多様な動植物群落を保存する地域」である。そして、その森林は「野生動植物その他の生態系の一部をなすものを科学、教育、その他の特別な用途のために永久に保存することを目的とした手を加えない森林」となっている。そして、ブルネイ・ダルサラーム国の優れた熱帯林を「森林の保護、管理、研究、教育において傑出した名声をもった、熱帯林の中心地にする」ことを国の目標として掲げている。国立公園の森林は、その中枢となるものである。

この地域には、人々の目を驚かすようなそそり立つ剥き出しの岩山や大瀑布などの従来型の観光的景観はない。しかし、原始の時代から生きてきた大森林の広がりとその作り出す森林景観の諸相は、国立公園を訪れる人達に、自然がもつ迫力と感動をあたえるものがある。さらに、国立公園周辺の原住民の素朴で伝統的な生活様式をふくめた地域の生態系も、自然とともに生きることの豊かさを教えてくれる。

したがって、国立公園の利用計画は、従来型の観光開発がもつ弊害を避け、森林の生態系とともに地域の生態系に、大きな影響をあたえないことを基本的な方針とした。その具体化にあたっては、森林生態系と地域の生態系を破壊せずに、自然に親しむというエコツーリズムの理念を採用することとした。

すでに、Belalong流域は基礎研究の場として位置づけられ、Kuala Belalong Field Studies Centreが設置されている。その研究成果をもとに国立公園におけるエコツーリズムを発展させる可能性を備えている。

6.2. 利用区域

6.2.1. 船舶利用による到達可能範囲と到達時間

B. S. B. を起点とした国立公園へのアクセスは、その交通手段によって、

- ① B. S. B. ~Bangar (Brunei川~Temburong 川下流部、スピードボード使用)
- ② Bangar~Batang Duri (舗装道路、自動車使用)

③ Batang Duri ～国立公園 (Temburong 川中・上流部、ボート使用)

の3区間に分けられる。

上記①と②の区間は合計70分前後とほぼ一定の所要時間で移動できる。③のBatang Duri 集落から国立公園内へのアクセス手段はTemburong 川を利用するほかなく、現地では「Temuai」と呼ばれる木造のボートに15馬力～30馬力の船外機を登載したものが一般的に利用されている。

この、Temburong 川遡上に要する時間は河川の水位に大きく左右される。従って、エコツアーを主眼においた国立公園利用区域を考えるにあたり、河川の水位毎の到達時間、ボート利用可能範囲(安全性等も含む)、同利用可能期間等を把握することが重要である。

(1) 調査方法

Batang Duri 集落を起点として国立公園入口 (Kuala Belalong) までと、国立公園内に5カ所のチェックポイントを定め、ボートによる水位毎の到達時間を把握した。

チェックポイントは以下のとおりである。

チェックポイント	Kg. Batang Duri からの川道距離 (km)	
1. Batang Duri		
2. Kuala Belalong	7.5	国立公園入口
3. Sg. Baki合流点	9.2	水位計設置箇所直下流部
4. Sg. Apan合流点	10.1	Apan展望台入口
5. Sg. Babi合流点	12.6	
6. Sg. Machang 合流点	15.8	
7. Sg. Babi 2	17.6	

(2) 調査結果

安全なボート運行には船外機の運転手と、船先で方向指示や方向修正を行う船頭の最低2人が必要である。十分な水深がある場合は、船外機運転のみで遡航するが、浅瀬など水深の浅い箇所ではエンジンを切り、運転手と船頭の2人で竿を使って遡上する。場合によっては船から下り、押す場合もあり、さらに水深が浅い箇所や危険な箇所では、乗客も下船して川原を歩くことになる。高水時には安全のためコースを慎重に選ばねばならず、さらに流速も速くなるためこれが遡航を妨げる。

水位計のデータから各調査日の日平均水位、日中平均水位(7～18時)等を算出し、到達時間と対比し解析の基準として使用した。

この日中平均水位毎の到達時間の結果から水位帯を以下の4区分とし、各水位帯の状況を概説すると以下のとおりである。

水位計水位

概 況

- 1.7～1.9m Kuala Belalongまで1時間以上を要し、乗客の下船徒歩も数回必要。水位 1.7 m前後では2時間以上要し、7.5kmの行程中3～4 kmは徒歩。
国立公園内Sg. Apan までは1時間40分、Sg. Babi まで2時間30分要し、行程中約半分の距離は下船徒歩が必要。
下り：Kuala Belalongから50分～最長で1時間20分を要する。
- 1.9～2.1m Kuala Belalongまで1時間以内で到着でき、乗客の下船徒歩もほとんど必要ないが、数カ所の浅瀬で押す必要あり。
国立公園内はSg. Apan 合流点まで1時間40分以内で到着でき、下船徒歩は2回程度。それ以上上流のデータは無いが、Sg. Machangまでかなり徒歩が必要。
下り：Kuala Belalongから40分以内。
- 2.1～2.3m Kuala Belalongまで徒歩の必要無く30分～40分で安定。Kuala Belalong上流 Sg. Apan まで50分～1時間程度、Sg. Machangまでは2～3回の下船徒歩が必要で、所要時間は1時間40分以上。Sg. Babi 2まではさらに1～2回の下船徒歩が必要で、所要時間は約2時間である。
これから上流は、石礫の堆積により流路が狭く、下船しなければならない箇所がかなり多くなり、安全上からも遡上不適である。
下り：Sg. Machangから70分、Kuala Belalongから30分程度。
- 2.3m以上 Kuala Belalongまで到達時間30分～40分で安定。
Sg. Apan まで40～50分、Sg. Machangまで船外機運転だけで到達可能で、所要時間1時間10分～1時間30分。
- 水位2.7m以上になると大きな堆積地も冠水し、河床幅いっぱいの流路となる。流速が速いためボートは全域にわたってエンジン全開状態でなければ遡航できず、これ以上水位が上昇しても時間は短縮されず、むしろ危険度が増すと判断される。
下り：Sg. Machangから1時間、Sg. Apanから35分前後、Kuala Belalongから20分。

調査期間中日中の最高水位は2.86mであった。この水位での Temburong川の状態は河床幅全部が流路となり、流速もかなり速い。各瀬は波も高いが遡航困難ではなく、このレベルでは危険性は少ない。しかし、転覆等のアクシデントの際、人員のレスキューにはかなり専門的な技術を要する状態である。

さらに水位が上昇すると、流速が増し、現行の船外機ではパワー不足で遡航困難になることが予想される。また波も大きくなり運行上の危険性も増大するが、今回の調査期間では水位の上限を判断することはできない。

(3) 到達可能範囲と到達時間

a. チェックポイント毎の到達時間

チェックポイント毎に、水位帯毎のBatang Duri からの所要時間(分)をまとめると以下のとおりである。また、前項の結果から、日帰りを前提とした各水位帯毎の利用可能地域の目処

を右端に記した。

Table-38 Required time (each water level), min.

Water level(m)	K, B	Sg. Apan	Sg. Machang	Sg. Babi_2	Accessible area
1. 70<=WL<1. 90	80~140	100~	—	—	Kuala Belalong
1. 90<=WL<2. 10	40~55	75~	—	—	Sg. Apan
2. 10<=WL<2. 30	35~40	55~60	100~	125~	Sg. Machang
2. 30<=WL<	25~35	40~55	70~95	—	Sg. Machang

水位が 2.1mを下まわると、Kuala Belalongまでの間でも、数カ所の浅瀬では船を押す必要が生じ、時間のロスが出始める。Kuala Belalongから上流の水位はさらに下がり、浅瀬では船を押すだけでなく、川原を歩く必要も出てくる。Sg. Apan までは2回程度の徒歩で到達できるが、Sg. Apan から上流部では多くの浅瀬で下船しなければならず、著しく時間がかかるようになる。

水位 2.1m以上ではKuala Belalongまでは十分な水深があり、船外機の運転のみで到達可能である。Temburong 川流域に入っても、Sg. Apan までは下船せずに到達でき、Sg. Machangまでも2~3回の徒歩で到達できるようになる。

この状況から、水位計地点の水位でおよそ 2.1mを境に下を低水期、以上を通常時期として、区間毎の所要時間をまとめた。所要時間は分、上段が通常時期、下段が低水期である。

Batang Duri $\xrightarrow{(40)}$ K. Belalong $\xrightarrow{(20)}$ Sg. Apan $\xrightarrow{(50)}$ Sg. Machang
(40~140) (35~40) 利用不適

b. 利用可能日数

調査期間に収集した 365日間の水位データを前記水位帯に分類し、水位帯毎の日数を検討する。

データは1日平均水位 (AVG)と、日中平均水位 (7時~18時、11時間、D_AVG)について検討するが、参考に最高水位 (MAX)、最低水位 (MIN)、夜間水位 (19時~翌日6時N_AVG)も抽出した。

1日平均水位日数と日中平均水位日数とをみると、2.3 m以上の日数で前者が22日多い。これは調査期間中は夕方から夜にかけての降雨が多く、夜間に水位が上昇するケースが多いことを現している。さらに夜間平均では日中平均より29日も多くなる。

Table-39 Number of days (each water level)

Water level(m)	MAX	MIN	AVG	D_AVG	N_AVG
1.70<=WL<1.90	41	73	51	59	54
1.90<=WL<2.10	45	82	64	68	59
2.10<=WL<2.30	41	92	77	87	72
2.30<=WL	238	118	173	151	180
Total	365	365	365	365	365

日中平均でみると、水位 2.1m以上でSg. Machangまで遡れる日は 238日 (65%) あり、1.9 m以上でSg. Apan まで利用できる日数を含めると84%の 306日になる。

これを月毎にみたのが下図である。

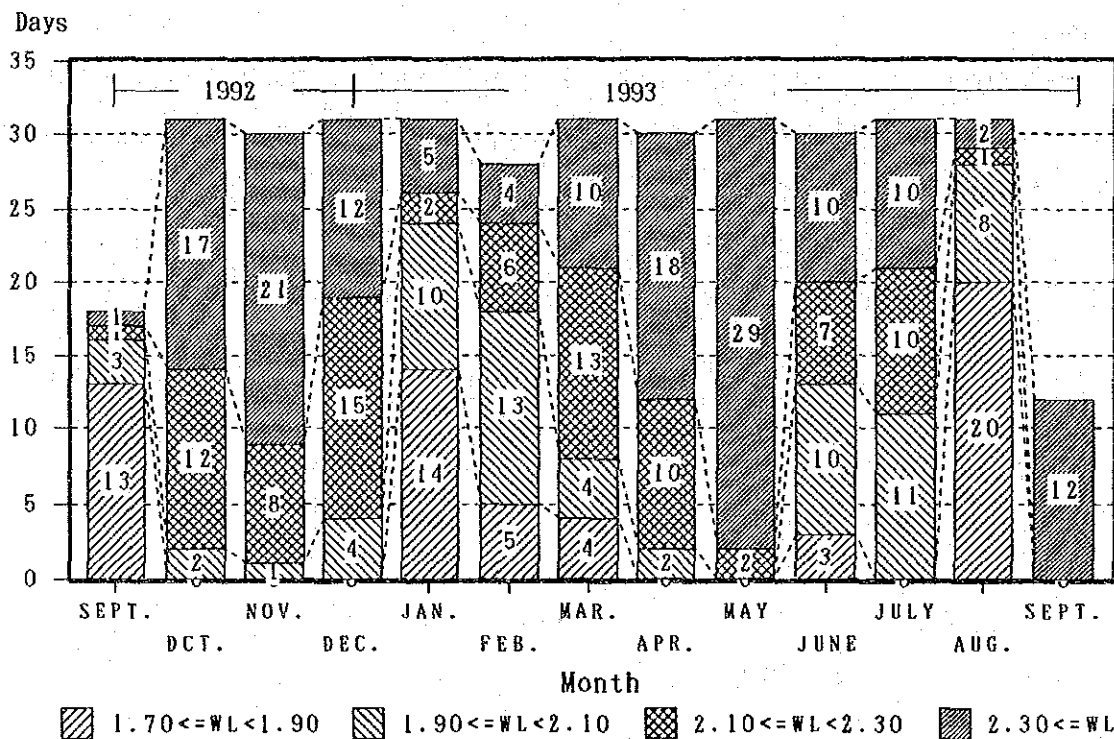


Figure-37 Number of days (monthly) for each water level

寡雨期は年に2回、それぞれ約2ヶ月弱で、この時期の水位は 2.1m以下となりSg. Machang までの利用は不適である。調査期間内では1992年9月、1993年1月～2月、8月がこの時期にあたり、それぞれ3週間程度は低水時期が続いている。Kuala Belalong付近に利用が限られる 1.9m以下の日も2週間以上続く場合があり、特に8月は20日間にもおよんだ。

他の8ヶ月間は多雨期といえ、Sg. Machangまで船舶利用できる水位(2.1m以上) がほぼ保たれ、Sg. Apan までにはほぼ確実に利用できるといえる。

6.2.2. 既設歩道の問題点と自然観察路のあり方

(1) 既設歩道の利用性と問題点

国立公園地域のなかには、林業局が国立公園の管理用に開設した歩道とU. B. D が研究、教育用に設置した歩道とがある。

そのほかに、歩道として認知されているものではないが、国立公園の境界敷（図では点線でしめす）とヘリコプターの着陸地点を設置するときにつけた作業用の道が、歩道と同じ機能を持ち、歩くことが可能である。

Figure-38 は、Sg. Apan 合流点付近から下流地域につけられた歩道の見取り図である。

これらの歩道は、主として尾根に開設され、尾根の自然勾配どおりにつけられている。

尾根部は、土地保全上からみれば、最も安定した場所であり、維持管理からみれば好ましい。また、自然勾配どおりに作設すれば、開設距離の短縮につながるものである。

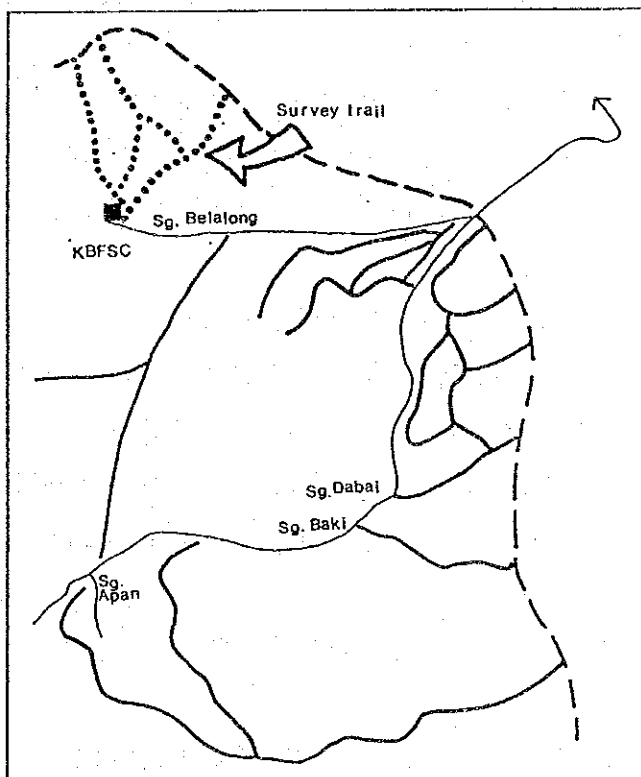


Figure-38 Forest trails in survey area

対策としての手すり、片栈橋、階段などを設置する必要がある。

(2) 既設歩道の事例調査

既設歩道の全体的な問題点を(1)に記したが、ここでは、現在最も頻繁に利用されている林内歩道について調査し、エコツアールートを設定するときの参考資料とした。

この調査歩道は、U. B. D が自然観察路として利用している延長約2 kmの区間である。ここで

国立公園の管理を専門とする人などのような傾斜地を歩くことに慣れた人間が利用するには、これでも良いと思われる。

しかし、エコツアーの対象者は、青少年から高年齢者にいたる広い年齢階層の人達が対象となり、しかも、自然にたいする知識と経験の乏しい人達が参加することも望ましい。こうした人達には、自然勾配の急な箇所では、歩行そのものが苦しいものとならざるをえない。

エコツアー用の自然観察路としては、こうした箇所については、迂回路を設けて歩道の勾配を緩和したり、危険が予想される箇所では安全

は週末近くから週末（木～日曜日）にかけて20人程の学生が自然観察を継続している。学生の他にはときどきブルネイ国以外の科学者も訪れる様子である。

歩道の最初の取り付け部分は30°以上の急な山腹斜面であるが、程なく尾根の下部にたどりつき、そこから尾根を上りつめて行く。見晴らしの効く高所までは800mの距離である。さらに、その先を上り降りしながらすすみ、途中からトラバースして先に通った尾根の途中に出て、そこから同じ道を下降するコースである。

この歩道は、自然にできた踏み跡を利用している印象がつよく、人為的な改造は極力控えているように見受けられた。急な箇所には、枝を切断して階段状に置いてステップとしたり（斜面長6mに10段）、小規模な切取りをおこなって階段として利用（斜面長7m当たり12段）していた。また、このような急な箇所にはさらにロープを固定しているケースも見受けられた。最も急な段階は入口部分で、板と小杭を用いて階段部の破壊を抑えていた。この山地は粘質の土壌であるが、現状からは、歩道が浸食の発生源になって周辺にインパクトを与えている様子は認められなかった。

エコツアーのための自然観察路は、幅も広く、勾配もあまり急でなく、階段もその自然と調和した材料とデザインにより、ステップが踏みやすい構造が要求される。周囲の森林は豊富な樹種からなり、美的であり、野鳥のさえずりがこだましてくる、そのような歩道環境こそ望ましい。

今回の調査歩道は、いわゆる演習林実習の学生用の道路であるから、さほどアメニティが問題にされることはなかった。しかし、国内のみにとどまらず国外からも訪れるエコツーリストのための自然観察路としては高いアメニティが求められる。歩道の構造にとどまらず、雨やどり・休息のための小屋やベンチ、その他の各種公園施設についても近自然工法の採用を検討する必要がある。歩道設置が崩壊を助長することのないような配置をすることは当然である。

6.2.3. 広域森林景観の展望可能地の選定

調査地においては、全域が高い樹木に覆われており、広域的な林相が展望できる場所は多くない。

調査地に入る機会が多い林業局の職員や原住民に聞き取りをしても、その数は少なく、そうした場所は、これまですでに航空写真の対空標識用地やヘリコプターの着陸用地として利用されている。本報告においても、それらの場所を広域的な森林景観の展望地点の選定にあたっての検討の対象地とした。

〔Apan対空標識設置地点〕は、360度の展望が可能であり、近景から遠景までの展望も可能である。Bt. Belalongをはじめとして国立公園地域の地形と熱帯多雨林の森林の全容が観察できる場所である。

この地点にいたるSg. Apan の合流点からの経路沿いに生育する森林の内容も充実しており、変化に富んでいる。5(5')H Type の森林と5(4)H Typeの森林の出現割合も均衡がとれ、また、コースの入り口となる合流点付近の河原も広がりを持ち、国立公園地域の典型的な森林の観察コースとして適している。

また、この地点に到達した時の快適感も大きい。

なお、Sg. Apan の合流点からSg. Apan と Temburong川との分水界となっている尾根筋にいたる区間、尾根筋のなかの小さな頂への登りの区間は、勾配がやや急になっており、勾配を補整する迂回路が必要である。

〔Machang ヘリコプター着陸用地点〕は、ほぼ 300度の展望が可能である。近景の展望範囲は小さいが、中景の森林の観察に適しており、遠景の観察も可能である。

この地点にいたる経路沿いの森林の内容は、Apan対空標識設置地点のものに比較すると貧弱であり、5(5')H Type と5(4)H Typeの森林の出現割合の均衡に欠け、国立公園地域の森林の典型を観察するコースとしては適当ではない。

入り口からの経路の勾配は、全体的にApan対空標識設置地点の経路よりも急である。また、経路の主体となる尾根部の幅が全体的に狭く、歩行するのが危険なほどに狭くなっているところもある。保全上からも森林の観察コースとしては推奨できない。

〔Kuala Belalong左岸の展望地点〕は、国立公園の入り口付近にある利点があるが、展望範囲は30度弱で樹間を通しての展望となる。国立公園地域の森林よりも、生産林区域が主体となった展望内容である。

以上の三地点の比較から、広域的な森林景観の展望場所としては、Apan対空標識地点を選定した。

6.2.4. 利用区域の区分

国立公園の利用区域を検討するにあたって、最初に、一般の利用者が利用できる範囲を把握した。

Sg. Machang合流点付近は、次の条件を備えている。

- (1) 水位が高い時期においてもボートが到達できる限界地点であること。
- (2) B. S. B. から雨季においては、ボートを利用すれば、日帰りが可能なこと。

つまり、Sg. Apan 合流点付近は、雨季における、B. S. B. からの日帰りによるエコツアーの上限地点である。

また、Sg. Apan 合流点付近は、次の条件を備えている。

- (1) 乾季における、ボートが到達できる限界地点であること
- (2) この地点の下流の区域には、すでに歩道が開設されており、エコツアー用の自然観察路

に改良するだけで良いこと。

すなわち、Sg. Apan 合流点付近は、乾季における、B. S. B. からの日帰りができる限界地点である。また、これより下流区域は、自然観察路等の新設にともなう自然環境への影響が避けられる。

さらに、Kuala Belalong付近は、水位がきわめて低い時には、ボートが到達できる限界地点になる。

以上のことから、Sg. Machang合流点付近から下流の区域は、一般の利用者でも、比較的容易に入り込むことができる区域と考えられる。また、Sg. Apan 合流点付近とKuala Belalong付近も、Temburong 川の水位の低下によっては、到達できる限界となる。

また、Sg. Machang合流点付近の上流と下流のそれぞれの森林内容についても、森林調査の結果から、大きな差異はみられない。

さらに、Sg. Machang合流点の上流は、事故発生時の救助に時間がかかる。

したがって、一般利用者を対象にして、Sg. Machang合流点付近から下流の区域を、国立公園の利用区域とした。

なお、Sg. Apan 合流点からSg. Machang合流点までは、一般の利用者が歩くには、距離が遠すぎることから、ボートによる利用が適当である。（なおこの区間には、事故発生時の救助用の管理歩道は必要である。）

6.3. ツアーコースの選定とその内容

6.3.1. コース選定の考え方

エコツアーコースの選定にあたっては、その対象となる人が、どのような人達なのか、またどんなことに興味があるのか、自然に対する知識と経験がどの程度なのかによって、自ら選定されるコースも変わってくる。また、対象となる地域の自然がどの程度まで解明されているかによっても、提供される情報も変わってくる。

本報告では、国立公園として指定されてからまだ期間も短かく、国立公園を訪れた人が限られていること、またKuala Belalong Field Studies Centre を中心に現在その生態系の解明が勢力的にすすめられており、研究の進展につれて提供される知識と保全にかんする情報も変わってくることを考慮して、次の三つの方針によって選定した。

- (1) 国立公園区域を代表する森林の景観とその構造、それを構成する樹木の概要を、国立公園を訪れる人が知ることができるコースを選定する。
- (2) 自然観察路は、新しく作設することによって、周辺に何らかの影響を与えることを避けるため、既設歩道を活用する。また、勾配の緩和や簡易な安全対策を施す程度の改良で設

定できるコースを選定する。

(3) 滝や溪流などで憩い、森林と川を体験する楽しさとスリルを味わいながら、生態系を保全していくことの重要性が体得できるコースを選定する。

なお、一般の利用者を対象とする自然観察路の距離は、30分から長くても1～2時間で歩ける程度が良いとされており、このことも考慮する。

6.3.2. コースの観察対象と観察場所の選定

さきに記したコースの選定方針にしたがって、次の三つのコースを選んだ。

〔Temburong 川本流コース〕は、国立公園の入り口であるKuala BelalongからSg. Machangとの合流点に至る延長約8 kmの区間について、Temburong 川の本流に設定したコースである。

このコースは、船外機をつけた船に乗って Temburong川をさかのぼり、本流沿いの森林景観を観察することを目的とする。森林の規模の大きさに圧倒されながら、川上りの楽しさとスリルを味わうものである。

途中の観察場所として、国立公園の典型的な森林群落と河畔林、河岸植生、巨木、岩崖、滝、溪流景観、その他について、19か所の地点を選定した。

〔Apan熱帯多雨林展望コース〕は、Sg. Apan の合流点から対空標識設置地点にいたる尾根の南斜面に設けた延長 2,080mのコースである。

このコースでは、国立公園の広大な熱帯多雨林を 360度の広がりで見え、国立公園の地形と森林の分布、林相の変化状況、森林の構造と構成樹木など、国立公園の森林の全容とその内容が観察できる。また、Bt. Belalong の山頂やSg. Apan にかかる滝も眺められるエコツアーの代表的なコースである。2,080 m全線が観察場所である。

〔Kuala Belalong森林観察コース〕は、国立公園の入り口に設けた延長 580mのコースである。

このコースは、公園の入り口に位置することから、乾季における特に水位が下がった時にも容易に利用することができる。また、河畔林の構造とそれを構成する樹木、斜面に生育する樹木の状況などについて、国立公園の森林が、短い時間で手軽に観察できるコースである。

観察場所としては、延長 580mのコース全線が対象である。

6.3.3. Temburong 川本流コースの観察場所

以下に記す各観察場所の名称については、本来、地元で生活している人達が呼びやすく、親しみやすい名称をつけるのが好ましいものであるが、本調査団が、整理上の必要性から、仮に名づけたものである。

(1) 合流点の森 : O.P.1

この観察場所は、国立公園の入り口に位置し、Temburong 川とSg. Belalong が合流する地点にある。

「Batang Duri から船に乗って国立公園を訪れる人達は、この地点に広がる河原やいつも木陰になっている河岸段丘において、しばらくの休憩をとる。そして、その対岸をおおう奥から Meranti sarang punai bukit : H=45m、Meranit sarang punai bukit : H=45m、Selangan batu : H=50m、Meranti sarang punai bukit : H=40m、Meranit sarang punai bukit : H=35mの五本の高木を上層木とする森林の一群に目を奪われる。雨季においては、その足元に、可憐で静かな滝も現われる。

対岸から憩いを取りながら眺める、国立公園の入り口を飾るにふさわしい観察場所である。」

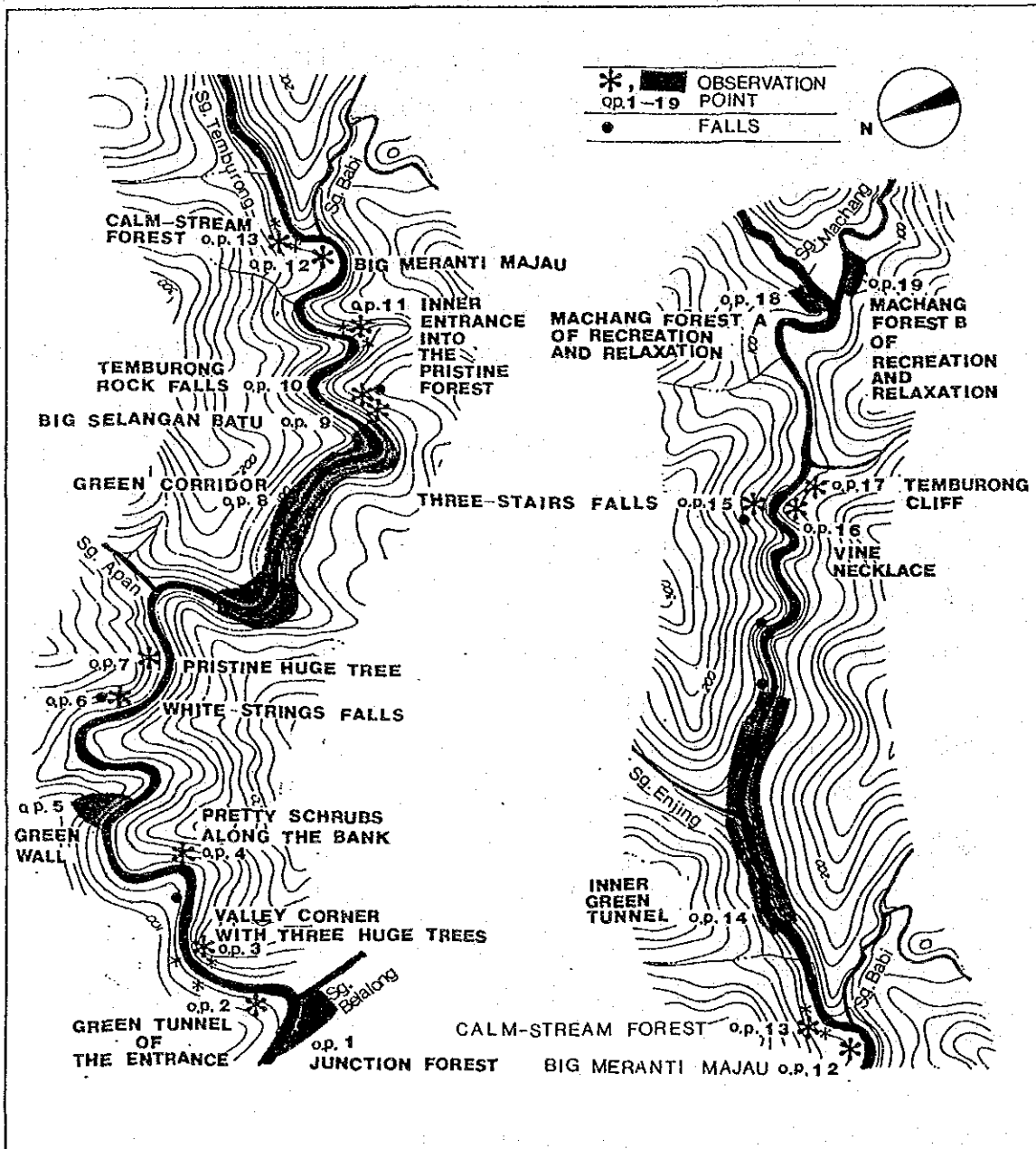


Figure-39 Observation points of Temburong main stream route

(2) 入り口の緑のトンネル : O.P. 2

「Kuala Belalongのすぐ上流において、深い緑の河畔林に覆われた静かな流れにさしかかる。ここが「入り口の緑のトンネル」と名をつけた延長 100m区間が、二番目の観察地点である。

乾季の暑い日差しの中でも涼しい風が肌を撫で、木もれ日の柔らかい国立公園の森林の深さとそれが育む豊かな水の大切さを、訪れる人達に印象づける場所である。」 Sg. Belalong の合流点を始点とする延長 100mにおよぶ右岸区間について、Temburong 川の河岸の林分構造を、ライントランセクト調査による森林の正面図と樹冠投影図、側面図によって示したものが Figure-40、41である。

その説明については、ここでは省略するが、「3.3. 林分構造」において、Plot No. 12に関する調査結果の説明をしているので、それを参照していただきたい。

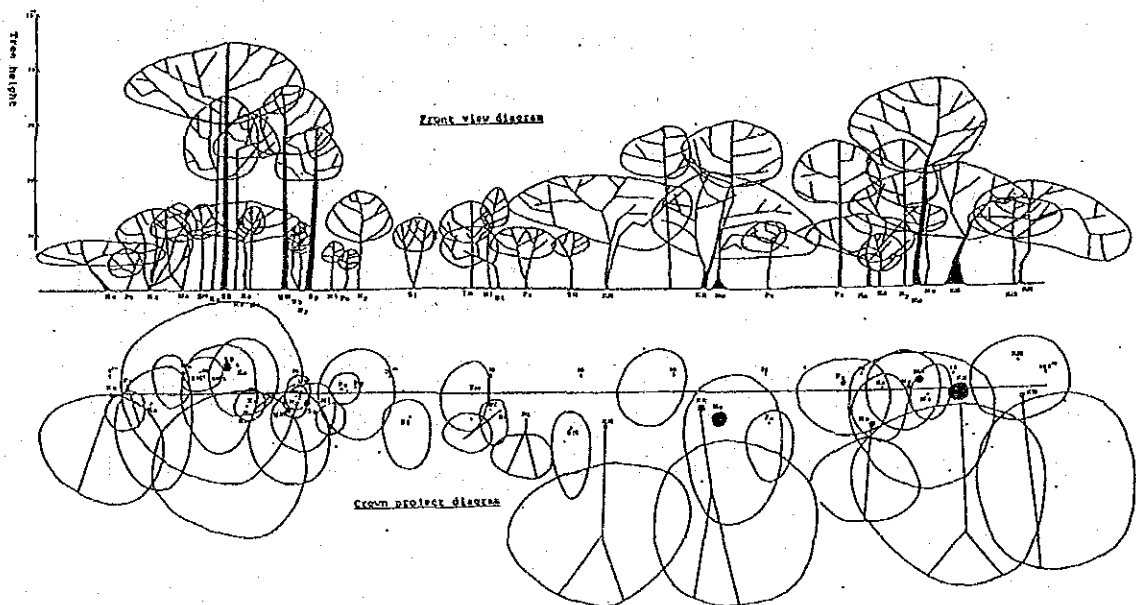


Figure-40 Front view and crown projection diagram at O.P. 2

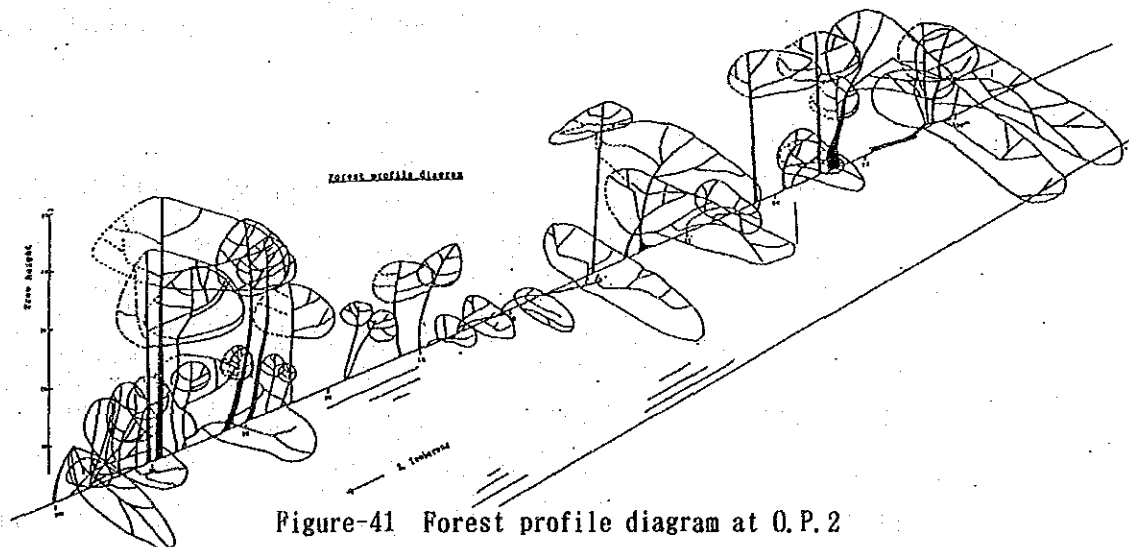


Figure-41 Forest profile diagram at O.P. 2

(3) 三本の巨木のある曲がり角 : O. P. 3

「Temburong 川をさかのぼると、大きく右に曲がる最初の曲がり角に到達する。そこには国立公園の門番のように、三本の巨木が立っている。

右手に見える左岸の岸边には Benuang : H=40mが、そして、左手にはそれと対をなして Menggaris : H=45mが立っている。さらにその奥には Menggaris : H=40mがひかえ、あたかも原始の森を訪れる人達を歓迎し、彼らの安全なツアーを祈っているように、空にむかってそそり立つ。

そこを三番目の観察場所として選定した。」

(4) 岸边の小木 : O. P. 4

「Temburong 川の水辺には、小さな矮生木が多数生えている。

ここは、国立公園を船で上って最初の左に直角に曲がる岸边に生えている高さ 1.5~ 2.0m の Jambu ayarの群落である。Jambu ayarは、粘土質の溪岸に生えることが多く、やや赤味をおびた葉と緑色の葉の両方をつける時期がある。」

(5) 緑の壁 : O. P. 5

「Temburong 川に面した斜面は、すべて高さを誇る森林である。その一つの典型として、三番目の右への曲がり角の右岸域に生育する森林の一群を観察場所として選定した。

この森林は、むかって左から二本の Selangan batu : H=35m、Meranti : H=45m、Selangan batu : H=45m、Meranti sarang punai : H=45mが上層木となっている。H=20~30mの中層は、Kedondong、Ranggu、Kasai、Sedaman、Jambu ayer、Menggarisなどが構成する。」

(6) 白糸の滝 : O. P. 6

「この滝は、雨季にみられ、Temburong 川の急流に注ぐ高さ 5 m、幅 1.5mの小さな滝である。滝に続く岸边には灌木が茂り、Ara の赤いツル花が幾条にも垂れ下がり、訪れる人の気分を慰めてくれる。」

(7) 原始の大木 : O. P. 7

「さらに川をさかのぼりと、左手に見える右岸には、Meggarisが60mの高さを誇るように現われる。この木に「原始の大木」の名を捧げ、観察場所として選定した。」

(8) 緑の廊下 : O. P. 8

「Sg. Apan との合流点からさらに上流にさしかかると、大きく左に船は方向を変える。この辺りから上流にむかって続く約 800mの区間が、「緑の廊下」である。

Temburong 川の川幅も次第に狭まり、兩岸からは大木が覆いかぶさるようになってくるが、その主役の役割をはたしているのが、Keruing neram の大木である。この木は、Temburong 川の兩岸から、水面を弓なりになって覆う大木である。川辺の湿気と水面から反射する光に支え

られて、その幹は、各種のコケ類やラン、ツル、シダなどの共生の場所となっている。

「廊下」の所どころには滝が流下し、岸辺の林の隙間からは、斜面全体に広がる高い壁のような大森林が顔をだす。

コースの中間部の主要な観察場所である。」

(9) Selangan batu の大木 : O. P. 9

「緑の廊下」を通りすぎたすぐ左岸に、高さ60mにたつするSelangan batu が現われる。この木は、さきに記した「原始の大木」(op. 7)とともに樹高が60mにたつし、周囲から抜きでた存在である。

(10) テンプロンの岩滝 : O. P. 10

「この滝は、コース随一の滝である。やや傾斜した岩肌を10mの高さから水量豊かに流れ落ちる。森林の静けさと調和した落ち着きと、おもわず滝の流れに身を寄せて遊びたくなるような寛大さを感じさせてくれる滝である。」

(11) 原始の森の奥玄関 : O. P. 11

「O. P. 5 の「緑の壁」と同じように巨木群の壁が、訪れる人達を圧倒する場所である。それを構成する高木は、Selangan batu : H=45m、Menggaris : H=45m、Selangan batu : H=50m、Selangan batu : H=50m、Menggaris : H=50m、Menggaris : H=55m、Selangan batu : H=50m、Selangan batu : H=50m、Selangan batu : 50m、Menggaris : H=47mの順に、向かって左から林立している。

ここに現われるSelangan batu とMenggarisは、Meranti salang punaiやMeranti、Meranti majau などともに、コースから観察される森林の上層を構成する主要樹種である。」

(12) Meranti majauの大木 : O. P. 12

「この木は、Sg. Babi の出口の対岸に立ち、その樹高は55mである。樹高も高いが枝を大きく伸ばし、その長さは20mを越え、自分の縄張りを最大限に確保している木である。」

(13) 静流の森 : O. P. 13

「Temburong 川も、Sg. Babi の合流点の上流にいたると、いつも静かに水を湛えて流れるが、周囲の森林とあいまって森の静けさをつたえてくれる。

右岸を構成する森林の上～中層は、Kedondong : H=40m、Selangan batu : H=45m、Damar hitam : H=40m、Terantang : H=40m、Selangan batu : H=40m、Selangan batu : H=40m、Meranti salang punai bukit : H=35m、Selangan batu : H=50m、Kasai : H=35mなどの樹種からなる。」

(14) 奥の緑のトンネル : O. P. 14

「この観察場所は、Sg. Enjing を真ん中にはさむ約1kmの区間である。

O. P. 8 の「緑の廊下」やO. P. 13の「静流の森」と同様に、快適な船からの観察が楽しめる」と

ころである。

岸辺には立派な板根の発達が見られ、また、兩岸の森林もまた立派である。その一例として、上層木には、Meranti majau : H=45m、Kapur paji : H=45m、Menggaris : H=50m、Meranti salang punai bukit : H=50m、Meranti salang punai bukit : H=40m、Kasai : H=35mなどが順に並び、中層木は Dabai : H=10mなどで構成されている。」

(15) 三段の滝 : O. P. 15

「コースのなかには、八つの滝がある。そのなかには、乾季にその姿を隠し、あるいはやせ細り、雨季になって姿を現わすものもある。

また、このコースの観察場所としては掲げてはいないが、Sg. Apan にかかる四つの滝、とりわけ奥から二番目のものは、高さ26mを三段にわけて流れ下る様は、雄大である。

ここに掲げる「三段の滝」は、高さ15mの区間を三段にわけて落ちる滝である。雨季には一層水量も増え、その美しさを倍加させる。」

(16) ツタのネックレス : O. P. 16

「川面に張り出したKeruing neram から下がるツタ植物は、Temburong 川を横断し、美しいネックレスとなって、周囲の景色を引き立てている。」

(17) テンプロンの岩崖 : O. P. 17

「Temburong 川の兩岸には、古第三紀の堆積岩からなる岩壁が多くみられる。この地点の岩壁の上には、Selangan batu : H=30m、Meranti salang punai : H=20mなどが生育し岩壁におもむきを添えている。」

(18・19) マチャン憩いの森 A・B : O. P. 18 & 19

「コースの終点となる観察場所である。この場所は Temburong川とSg. Machangとの合流点にあたっている。合流点の河岸台地は比較的平坦な場所となっており、このコースを訪れる人達の憩いの場所となる。

ここで憩う人達に用意した、Temburong 川をはさんで対岸に見える森林を「憩いの森A」として、また、Sg. Machangをはさんで向う側に見える森林を「憩いの森B」とした。この両方の森は、溪岸の景観をかたちづくる森林である。」

これらの森林については、「3.3. 林分構造」に記したPlot No. 15およびPlot No. 16で、その内容にふれているので説明を省略し、森林の正面図と樹冠投影図のみを示すことにする。

Figure-42 で、Sg. Machang合流点から Temburong川右岸の森林の構造を示す。

また、Figure-43 で、Sg. Machang出口の左岸における森林の構造を示す。

なお、Figure-43 においては、左のほうにUMB の記号で示したUrat mata bukit の大きな樹木を記入した。ライントランセクト調査の区域に近接しており、この付近の森林の状態を示すものとして、参考までに図のなかに記入したものである。

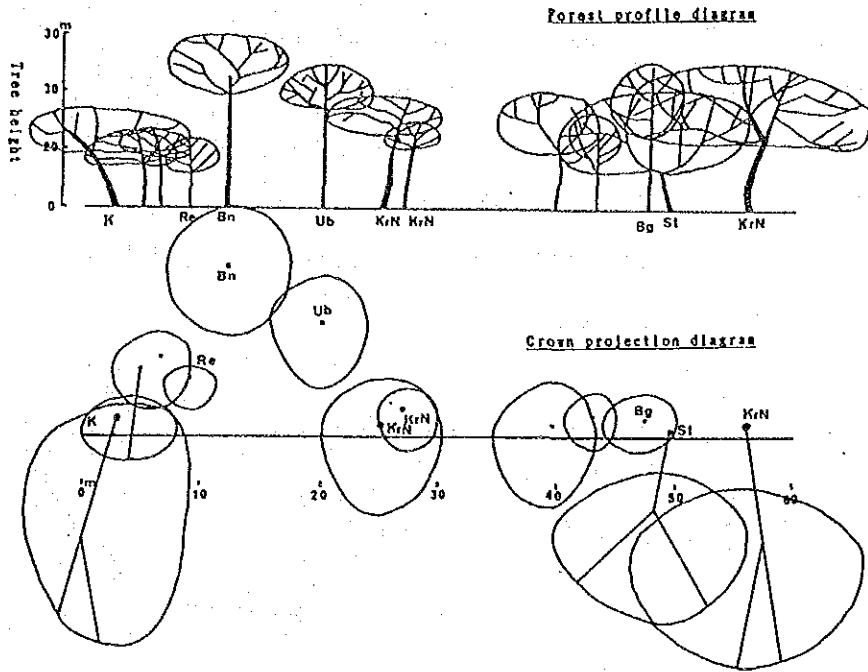


Figure-42 Forest profile and crown projection diagram at O.P. 18

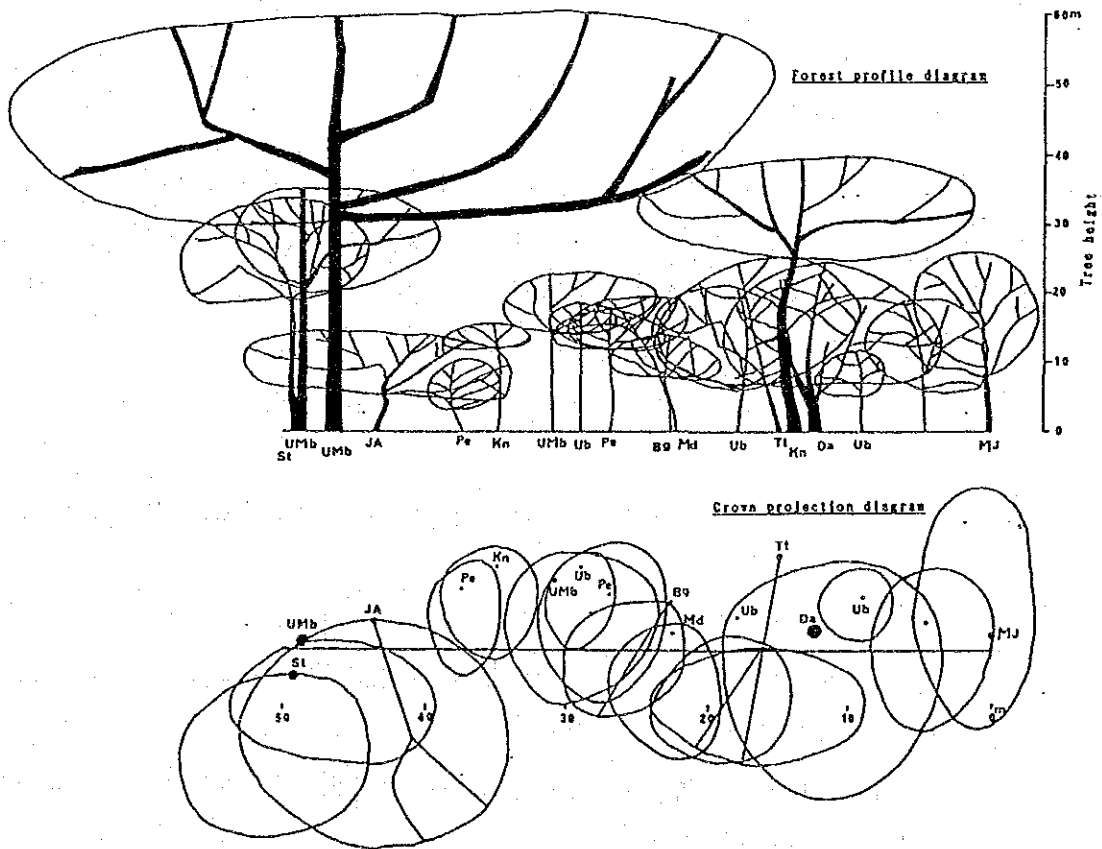


Figure-43 Forest profile and crown projection diagram at O.P. 19

「マチャン憩いの森A」については、溪岸部における延長は60m、「マチャン憩いの森B」については、溪岸部において延長を50mとして設定した。

本報告においては、以上に記した19か所を観察場所として選定したが、今後のエコツアーの実践を積み重ねることによって、観察場所の数と内容が深まっていくものであろう。

6.3.4 Apan熱帯多雨林展望コースの観察場所

このコースは、Sg. Apanと Temburong川の合流点から展望地点にいたる斜距離延長で2,080.7 mのコースである。

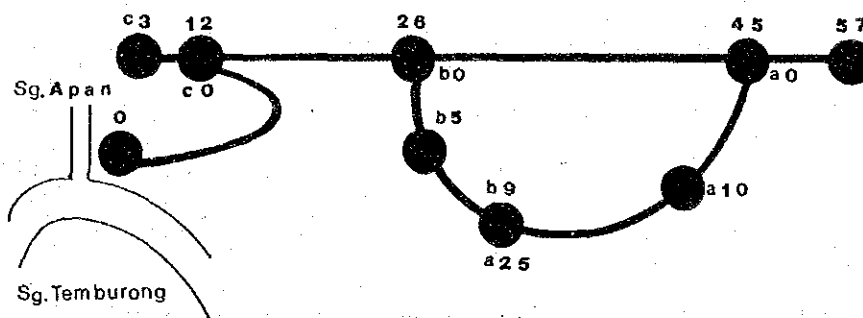


Figure-44 Apan tropical rainforest viewing route

このコースは、次に記す区間からなっている。

- ① 合流点から登り尾根に到達するまでの区間 (IP. 0~12、延長 201.5m、勾配を緩和した迂回路)。
- ② IP. 12 付近の立派な森林を観察する区間 (IP. c0 ~c3、延長53.0m)。
- ③ 尾根線をなだらかに登り5(5') Type の森林を観察する区間(IP. 12~26、延長 362.6m)。
- ④ 急な傾斜の登りを避けて斜面域に生育する5(4)H Typeの森林を観察する区間(IP. b0~b9、a25 ~a0、延長 613.3m、迂回路)。
- ⑤ ふたたび尾根に到達し 360度の熱帯多雨林を展望する地点までの区間(IP. 45~57、延長 304.6 m)。
- ⑥ 帰路を利用して尾根を下りながら5(5') Type の森林を観察する区間(IP. 26~45、延長 545.7 m)。

このコースは、歩き易さを考慮しながら全線を簡易な測量をし、路線を選定した。その際、特に大きな樹木や板根がある場所や、立派な森林群や国立公園の林相の典型となる森林が生育している場所の近くを通過するように配慮した。

このコースを中心にして両側に生育する主要な各樹木を対象にして、オフセット調査を実施し、森林の構成樹木を観察する樹木マップを作成した。

具体的には、各樹木の生立位置を測定し、樹種名を調査をするとともに、樹高と板根の高さ

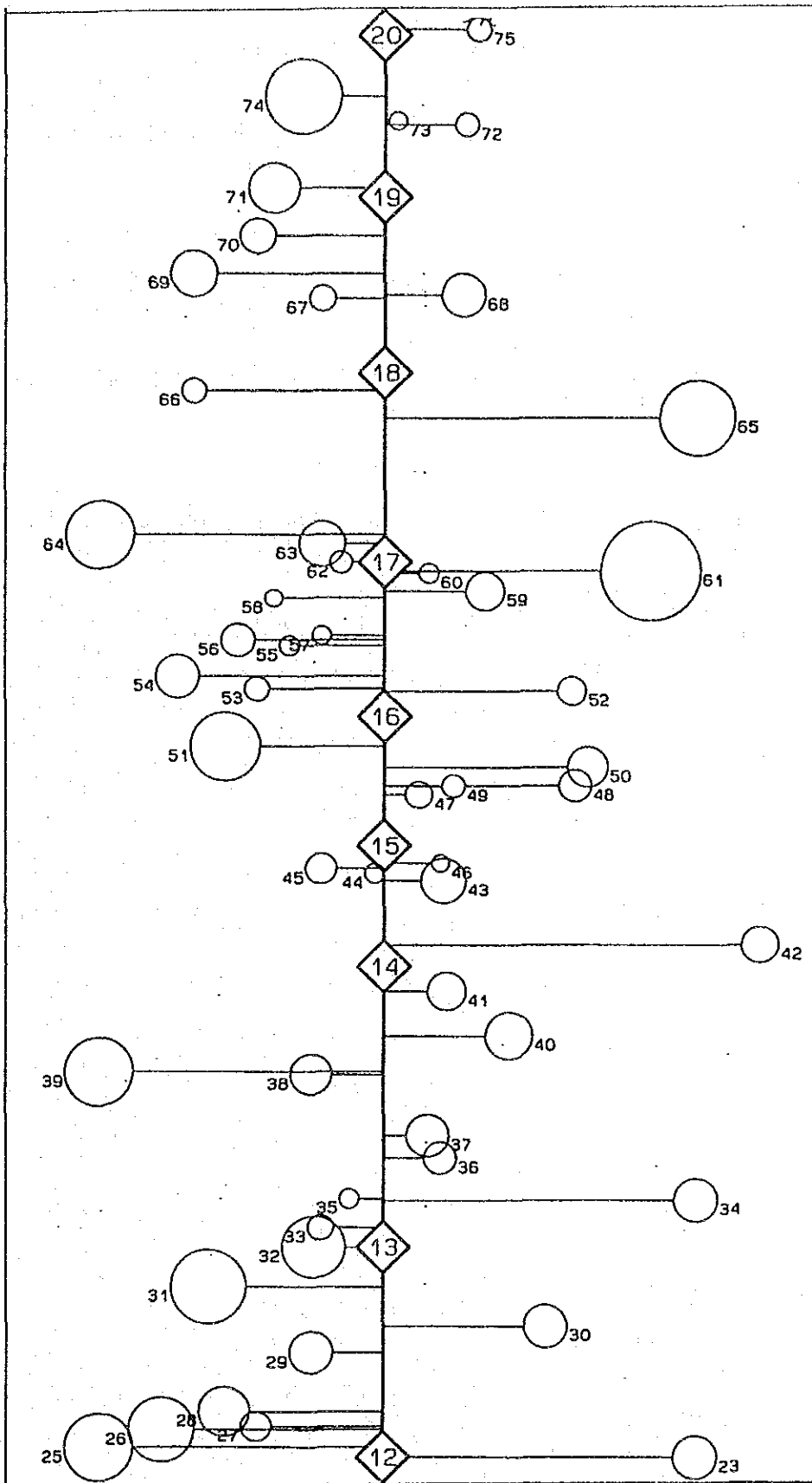


Figure-45 Tree map of Apan tropical rainforest viewing route

および胸高直径の測定を行なった。調査対象となった樹木数は 375本であるが、上~中層を形成するものが主体となっている。

またコース内に、二か所のベルトトランセクト調査を実施し、森林の構造を観察するための資料とした。

Figure-45 に、樹木マップの一例としてIP. 12 ~20区間 (延長 227.5m) のものを示した。

IP. 間の距離は1:1,000、コース(測線)から各樹木までの距離は1:200、胸高直径は円で示し1:100の縮尺で表示している。

Table-40 に、各樹木の調査結果を示す。また、Table-41 では、各IP. および樹木の位置を示している。

Table-40 Details of trees near Apan tropical rainforest viewing route

No	Mark	Local Name	DN	Botanical Name	SC	DBH	TH	BT
23	DH	Damar hitam	D	<i>Shorea richetioides</i> Heim		70.0	42.0	2.0
24	S11	Selangan batu lobang idong	D	<i>Shorea domatiosa</i> Ashton	E	86.0	50.0	3.0
25	MSb	Meranti sarang punai bukit	D	<i>Shorea ovata</i> Dyer ex Brandis	E	110.0	43.0	3.0
26	MSb	Meranti sarang punai bukit	D	<i>Shorea ovata</i> Dyer ex Brandis	E	105.0	55.0	4.5
27	MSb	Meranti sarang punai bukit	D	<i>Shorea ovata</i> Dyer ex Brandis	E	48.0	38.0	2.0
28	MSb	Meranti sarang punai bukit	D	<i>Shorea ovata</i> Dyer ex Brandis	E	80.0	42.0	
29	DH	Damar hitam	D	<i>Shorea richetioides</i> Heim		68.0	30.0	1.0
30	d	Kedondong	N			70.0	28.0	2.0
31	d	Urat mata	D			120.0	43.0	4.0
32	KP	Kapur paji	D	<i>Dryobalanops lanceolata</i> Burck	E	100.0	50.0	2.0
33	Mp	Merpauh	N	<i>Swintonia glauca</i> Engler	M	41.0	28.0	1.0
34	d	Kapur paji	D			70.0	38.0	
35	Bt	Bintawak	N	<i>Artocarpus anisophyllus</i> Miq.	M	32.0	34.0	
36	Mp	Merpauh	N	<i>Swintonia glauca</i> Engler	M	52.0	42.0	4.0
37	Rs	Resak	D	<i>Vatica</i>	M	68.0	43.0	
38	Udb	Urat mata bukit	D	<i>Parashorea parvifolia</i> Wyatt Smith ex Ashton	E	65.0	47.0	7.0
39	MA	Meranti majau	D	<i>Shorea leptoclados</i> Sym	E	110.0	55.0	5.0
40	Mp	Merpauh	N	<i>Swintonia glauca</i> Engler	M	76.0	47.0	
41	Mp	Merpauh	N	<i>Swintonia glauca</i> Engler	M	62.0	22.0	2.0
42	S1b	Selangan batu	D	<i>Shorea</i> spp.	M	58.0	45.0	
43	KS	Kembang semangkok(Br.)	N	<i>Scaphium macropodium</i> (Miq)Beume	ME	72.0	42.0	3.0
44	Pt	Putat	N	<i>Barringtonia fusiformis</i> King	M	32.0	25.0	
45	Sbd	Selangan batu daun nipis	D	<i>Shorea glaucescens</i> Meijer	M	49.0	25.0	
46	Spi	Sepetir(Br.)	N	<i>Sindora corriacea</i> Maing. ex Prain	MS	28.0	35.0	
47	Ub	Ubah	N	<i>Eugenia</i> spp.	UM	43.0	30.0	2.0
48	KrT	Keruing ternek	D	<i>Dipterocarpus palembanicus</i> V. St.	E	52.0	32.0	
49	Pe	Pendarahan	N	<i>Myristica</i> SP.	UM	37.0	28.0	
50	Mnk	Melunak(Br.)	N	<i>Pentace floribunda</i> King	ME	65.0	35.0	3.0
51	MA	Meranti majau	D	<i>Shorea leptoclados</i> Sym	E	110.0	41.0	4.0
52	KrT	Keruing ternek	D	<i>Dipterocarpus palembanicus</i> V. St.	E	46.0	44.0	1.0
53	MPB	Meranti paya Bersisik	D	<i>Shorea scaberrima</i> Burck	M	39.0	40.0	1.5
54	Bt	Bintawak	N	<i>Artocarpus anisophyllus</i> Miq.	M	70.0	45.0	
55	Ub	Ubah	N	<i>Eugenia</i> spp.	UM	32.0	40.0	1.5
56	Ub	Ubah	N	<i>Eugenia</i> spp.	UM	53.0	44.0	1.8
57	-	-	-	-	-	30.0	36.0	
58	Ub	Ubah	N	<i>Eugenia</i> spp.	UM	28.0	38.0	
59	KrP	Keruing putih	D	<i>Dipterocarpus caudiferus</i>	E	62.0	49.0	0.5
60	Pe	Pendarahan	N	<i>Myristica</i> spp.	UM	32.0	35.0	
61	d	Meranti sarang punai bukit	D			160.0	45.0	4.0
62	Md	Medang	N	<i>Actinodaphne</i> spp.	UM	36.0	40.0	
63	KrT	Keruing ternek	D	<i>Dipterocarpus palembanicus</i> V. St.	E	73.0	56.0	0.5
64	MeL	Meranti lapis	D	<i>Shorea lamellata</i> Foxw.	E	110.0	55.0	
65	Ms	Mempisang(Br.)	N	<i>Disepalum anomalum</i> Hook. f.	U	120.0	52.0	4.0
66	-	-	-	-	-	40.0	35.0	
67	Ub	Ubah	N	<i>Eugenia</i> spp.	UM	42.0	31.0	
68	UMb	Urat mata bukit	D	<i>Parashorea parvifolia</i> Wyatt Smith ex Ashton	E	70.0	48.0	4.0
69	UMb	Urat mata bukit	D	<i>Parashorea parvifolia</i> Wyatt Smith ex Ashton	E	75.0	38.0	2.5
70	Kr	Keruing	D	<i>Dipterocarpus</i> sp	E	56.0	32.0	
71	SBT	Selangan batu daun tebal	D	<i>Shorea crassa</i> Ashton	E	80.0	55.0	3.0
72	Ub	Ubah	N	<i>Eugenia</i> spp.	UM	38.0	30.0	2.0
73	DH	Damar hitam	D	<i>Shorea richetioides</i> Heim		29.0	20.0	
74	d	††				120.0	38.0	3.0
75	DH	Damar hitam	D	<i>Shorea richetioides</i> Heim		39.0	38.0	1.0
76	-	-	-	-	-	35.0	34.0	

Note : d(Mark):Dead Tree D.N:Dipterocarpaceae or Not SC:Story Class
DBH: Diameter at Breast Height TH:Tree Height BT:Buttress Height

Table-41 Position of IP. and trees

NUMBER		DISTANCE from			D B H	
IP.	TREE	IP. m	STARTING POINT (IP.0) m	SURVEY LINE (COURSE LINE)		
12		0.0	201.5			
	23	0.0		R	0.0 m	70
	25	1.7		L	10.0	110
	26	4.5		L	9.0	105
	27	5.0		L	7.0	48
	28	7.4		L	4.0	80
	29	16.8		L	5.0	68
	30	21.0		R	2.3	70
	31	27.4		L	5.2	120
					L	5.5
13		0.0	235.8			
	32	0.0		L	0.0	100
	33	3.2		L	2.2	41
	34	7.5		R	2.0	70
	35	7.8		L	10.0	32
	36	14.3		R	1.1	52
	37	17.9		R	1.8	68
	38	27.7		L	1.4	65
	39	28.2		L	2.3	110
	40	33.8		R	9.0	76
	41	41.0		R	4.0	62
			R	2.0		
14		0.0	280.3			
	42	3.4		R	0.0	58
	43	13.7		R	12.0	72
	44	14.9		L	1.9	32
	45	15.7		L	0.3	49
	46	16.5		R	2.0	28
			R	1.8		
15		0.0	299.6			
	47	8.2		R	0.0	43
	48	9.6		R	1.1	52
	49	9.6		R	6.1	37
	50	12.6		R	2.2	65
	51	16.0		L	6.5	110
			L	5.0		
16		0.0	320.3			
	52	4.0		R	0.0	46
	53	4.5		L	6.0	39
	54	6.5		L	4.0	70
	55	11.4		L	6.5	32
	56	12.3		L	3.0	53
	57	13.0		L	4.6	38
	58	19.0		L	2.0	28
	59	20.0		R	3.5	62
	60	22.9		R	3.2	32
	61	23.2		R	1.4	160
			R	8.5		
17		0.0	345.0			
	62	0.0		L	0.0	36
	63	3.0		L	1.4	73
	64	4.5		L	2.0	110
	65	23.0		R	9.0	120
	66	27.4		L	10.0	40
			L	6.0		
18		0.0	375.8			
	67	12.0		L	0.0	42
	68	12.5		R	2.0	70
	69	16.0		L	2.5	75
	70	22.0		L	6.0	56
			L	4.0		
19		0.0	403.3			
	71	1.5		L	0.0	80
	72	11.5		R	3.5	38
	73	12.1		R	2.6	29
	74	16.0		L	0.4	120
			L	2.6		
20		0.0	429.0		0.0	

これらの図と表について、樹木番号65の木を例にして説明すると、次のようになる。

「樹木番号：65、Local name：Mempisang、非フタバガキ科、Botanical name：Disepalum anomalum Hook. f. は、胸高直径は、120.0 cm、樹高52mで、4.0 mの高さの板根をもつ。その位置は、コースの出発点IP. 0から368. 0(= 345. 0+23. 0) m来たところ、あるいは先ほど通りすぎてきたIP. 17 から23. 0m来たところで、右10. 0mの位置に立つ木である。」

この樹木マップを使用すると、2,080 mのコース上のどこにおいても、周りに見える木の名

前と大きさを知ることができ、誰でも簡単に覚えることができる。

そうしてコースの終点のIP. 57 に到達すると、その周囲は「すべて限りなく、原始の熱帯多雨林の山並みが、どこまでも、どこまでも」足元から広がっている。

また、このコースの森林の構造を観察するために、ベルトトランセクトによる調査を二カ所においておこなったが、その結果の一部をFigure-46 およびFigure-47 に掲げる。すでに「3.3. 林分構造」において、Plot No. 17、Plot No. 18としてその説明をしているので、ここでは図を示すに留める。

この二つのPlotは、いずれも尾根部に設定しているが、Plot No. 17はIP. 40 ~42の区間、Plot No. 18はIP. 13 ~15の区間に該当している。

この二つの場所は、樹木マップに現われる各々の木が、ほかの樹木とどのような植物社会をつくって生きているのかを観察するものである。

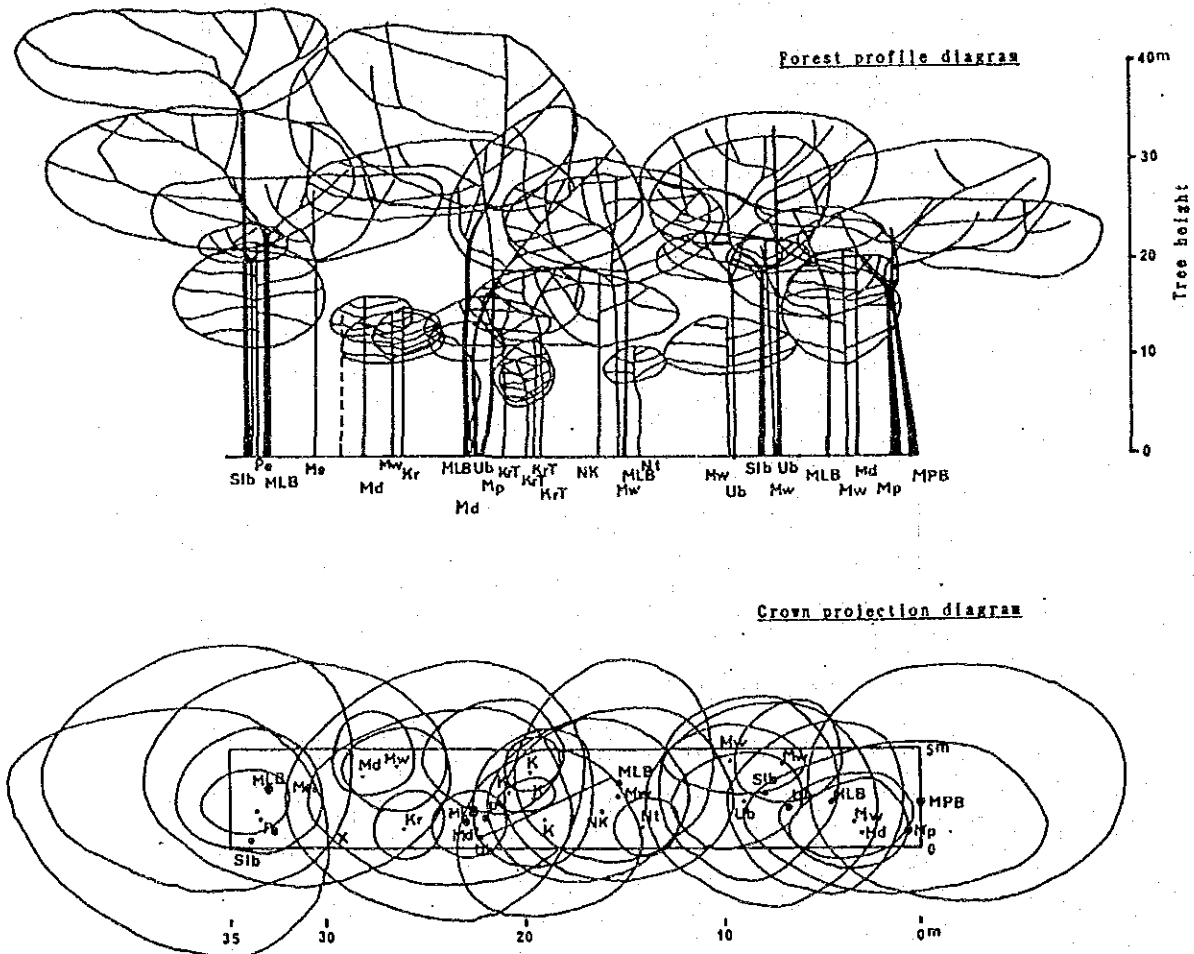


Figure-46 Forest profile and crown projection diagram at Plot No. 17

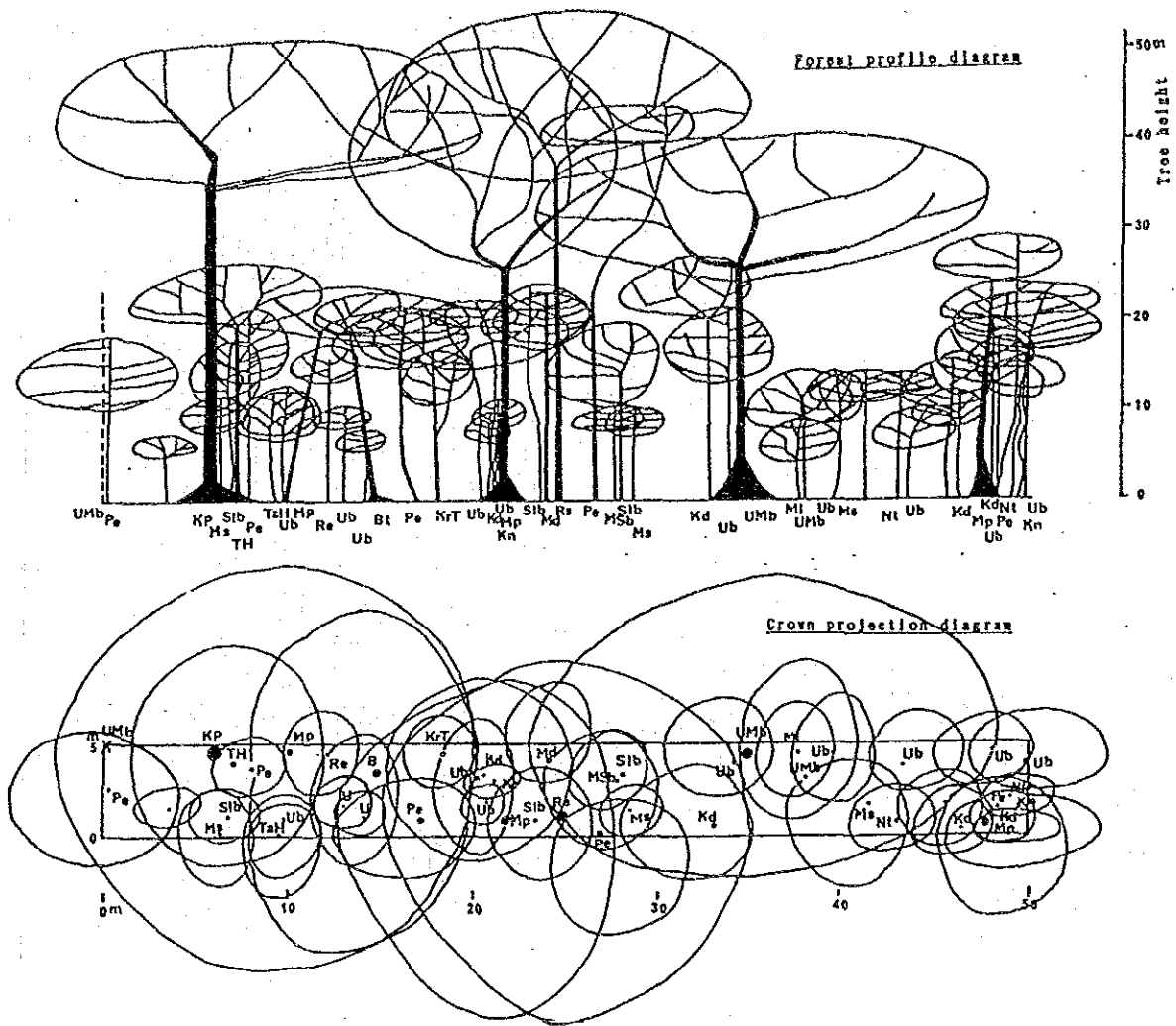


Figure-47 Forest profile and crown projection diagram at Plot No. 18

6.3.5. Kuala Belalong森林観察コースの観察場所

このコースは、Sg. Belalong と Temburong川が合流する地点のすぐ上流の Temburong川右岸域に設定をした延長 580mのコースである。

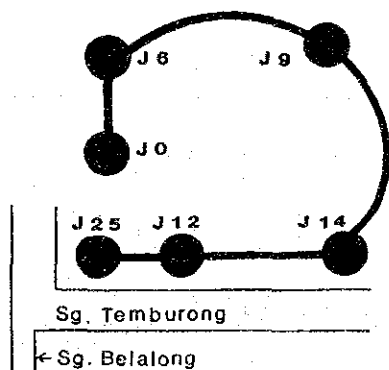


Figure-48 Kuala Belalong forest observation route

全線が観察場所である。Apan熱帯多雨林展望コースと同じように樹木マップを作成し、46本の樹木を観察できる。

また、IP. J17からIP. J25の区間は、「Temburong 本流コース」の「入り口の緑のトンネル」である。

手軽に国立公園の森林が観察できるコースである。

Figure-49 にIP. J0 ~J6区間の樹木マップを参考ま

で示す。

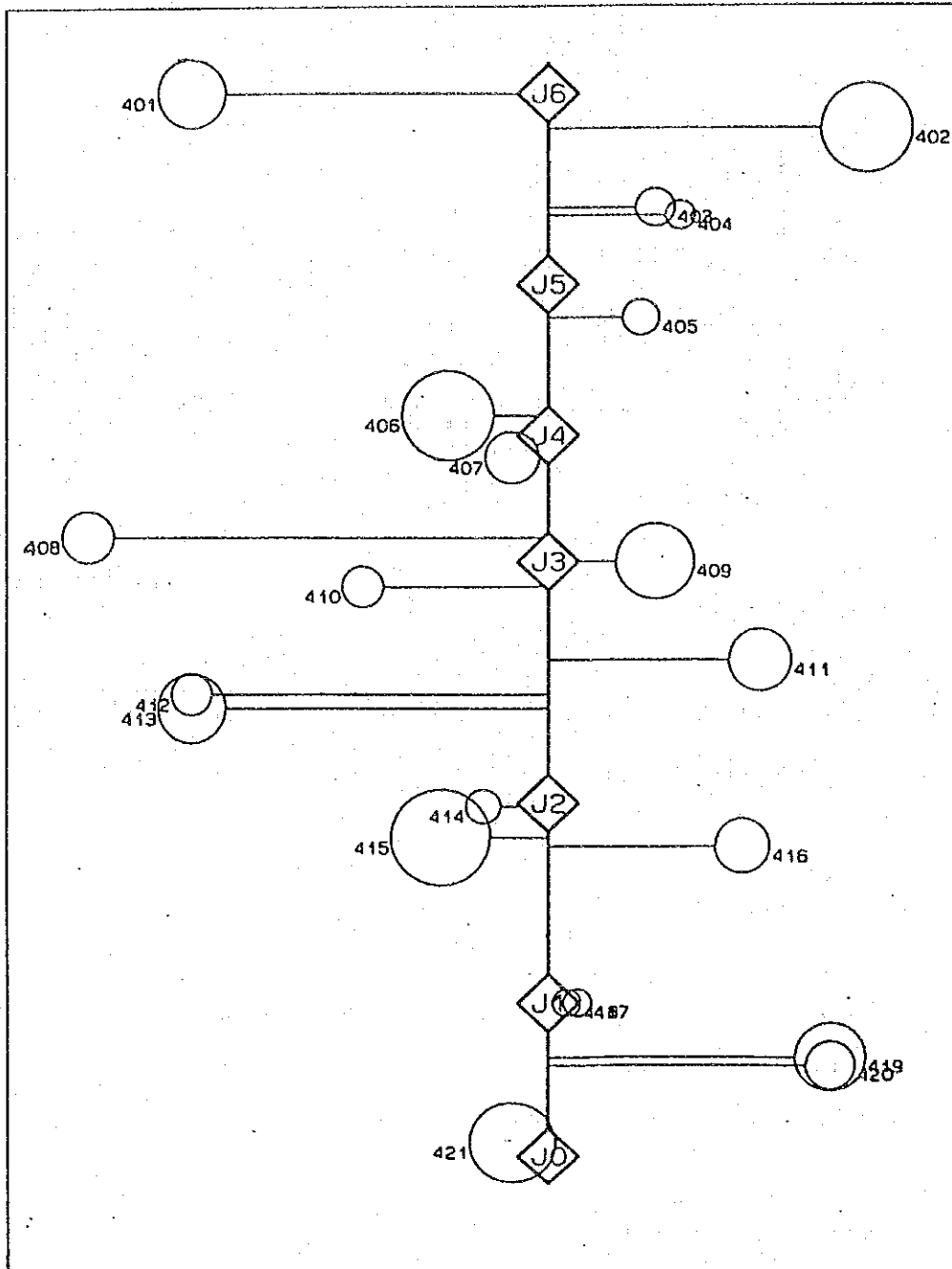


Figure-49 Tree map of the Kuala Belalong forest observation route, IP. J0 ~J6

6.3.6. 国立公園の下流の森林景観

(1) 国立公園地域のエコツアーと下流の森林景観

Temburong 川は一つの連続する流れであり、そこを船でさかのぼりながら、周囲の自然が相互に関連しつつ連続的に変化していく様子を楽しむことができる川である。すでに「2.3.流域の森林からみた国立公園」の項で記したが、下流からは、〔海と川に育まれたマングローブの

森]があり、[川辺に広がるヤシの森]、そしてBangarが近づくにつれて[住居の林]が現われ、次第に[焼き畑農民の森]が広がってくる。

国立公園の森林は、それらの森の源となる安定した流れを保障する森林でもある。

エコツアーの観察対象としては、国立公園の下流の森林も[原始の熱帯多雨林]を知るための欠かせない存在である。

(2) 河口から国立公園入口までの観察場所

河口からBangarに向かうとき、舟からみられる特徴的な森林を、順次列記してみる。

- ① Temburong の河口は、みごとな二層の林になっており、川岸はNipah が生い茂り、少し奥にはBakau minyakが上層となって林冠を水平に揃えている。
- ② Bakau minyakの純林が、Mangrove特有の根系を1~2mの高さに広げて、高さ15m程度の群落をつくっている。
- ③ Bakau minyakが樹高20mの上層をつくり、Nipah が5mの高さで下層を構成する。
岸辺にはBurut Burut が茶色の幹を輝かせ、径15cmほどの黄色の実をさげているのが印象的である。
- ④ 河口近くのMangroveであるBakau minyakとは種類の違う樹高15mの一斉林となったBakau Kurap が現われる。しばらくして、Mangroveの成育限界地となる。
- ⑤ Dungung(樹高10~13m)とNipah(樹高7m)の二層の林にかわり、所どころにAra(樹高15m)やNibong(樹高15m)が混生するようになる。
- ⑥ Nibongの一斉林(樹高15m)に変わる。Nibongは刺をつけた幹をもち、果肉は食用となる。美しい樹形をもったヤシである。
- ⑦ Batu Apoi 川との合流点付近に到達すると、Nipah が樹高8~10mの一層となって広がる。遠くにDungung(樹高20m)とAra(樹高15m)が、その上にみえる。
- ⑧ 依然としてNipah が続く、Gurah との混交林が現われる。ともに高さは10m程度である。
- ⑨ Gurah を10mの下層として、Binjai(樹高25m)が現われる。この付近にくとNipah の分布も勢いがなくなり、所どころに樹高5m程度で混生する。
周辺にはRengas(樹高10m)が多くなり、Kayu arang(樹高20m)もみられる。
- ⑩ Bangarの町が近づくと、Getahpara(樹高15~20m)やBinjai(樹高25~30m)、Ara(樹高15m)、植栽されたBuah kelapa(樹高15~20m)などが上木となる。また、Merbadak(樹高3m)の白い花やKudok kudok(樹高2m)の紫色の花が岸辺を彩っている。

この船からみえる森林景観の構成樹木の推移について、Figure-50 にまとめる。

BangarからBatang Duri までは、船をおり、自動車を利用して舗装道路の上を歩くこととなる。その途中では、Bangarの町の周辺の民家やAmo、Batang Duri の集落の屋敷林がみられる。

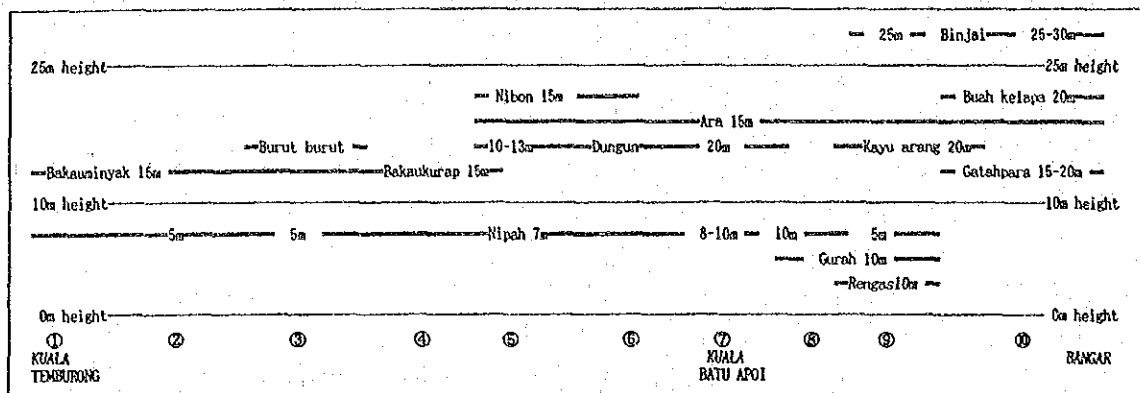


Figure-50 Forest landscape from Kuala Temburong to Bangar

これらの屋敷林を構成する樹木の多くは、住民が植えたものであるが、天然に生えていたものを伐採せずに育てた樹木もある。

それらの樹木は、彼らの生活と密接に関係しており、強い日差しから部屋を守り、果実や食用油などを収穫したり、また修景用の緑化樹などである。

Bangar周辺の道路沿いの民家の屋敷林の樹木の調査結果を、次に示す。

Mebangan(果実用)、Durian salat(果実用)、Terap(果実用)、Kepayas(果実用)、Rambutan(果実用)、Mempelam(果実用)、kandis(果実用)、Pinang(果実用)、Durian(果実用)、Buluh(細工用)、Ubikayu(デンプン採取用)、Jambu(果実用)、Nangka(果実用)、Getah pera(ゴム採取用)、Belunu(果実用)、Kembayau(果実用)、Santol(果実用)、Pisang(果実用・草本)、Pengelaban(果実用)、Bunga chempaka(花鑑賞用)、Limau manis(果実用)、Rumbia(デンプン採取用)、Kelapa sawit(食用油用)、Jambu batu(果実用)、Langsat(果実用)、Sukun(果実用)、Pinjai(果実用)、Matakucing(果実用)、African tulip tree(花鑑賞用)

これをみると22種類の果実採取用の樹木と食用油やゴム、デンプンなどの採取用の樹木からなっている。

調査区間が約2kmであることから、調査区間を増すとさらに多くの種類が加わることになる。

一軒の家には10~20本の樹木があり、季節に応じた果実が味わえる屋敷林となっている。

次に、Batang Duri から国立公園の入り口までは、船が唯一の交通手段である。

この区間は、もともと国立公園の森林と同様の混交フタバガキ林が生育していた区域である。人々の暮らしと生産の場としても利用されており、混交フタバガキ林と焼き畑移動耕作の農地やその二次林などがみられる区間となっている。

〔船着き場の森〕は、Batang Duri およそ200人の人達の共同住居であるLong houseのすぐ前にある船着き場付近の河畔林である。

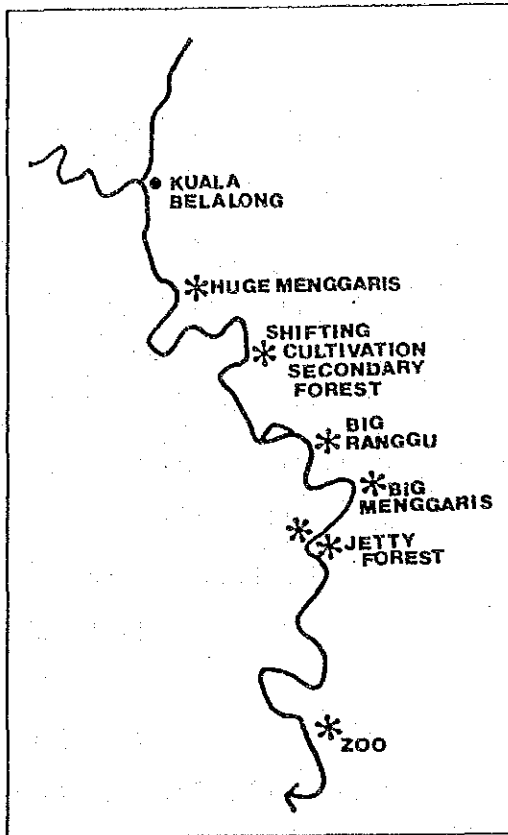


Figure-51 View points from Jetty
to Kuala Belalong

ここは、Long houseの人達が、朝夕に洗濯や水浴をしたり、食卓をかざる魚を釣ったり、子供たちが水遊びをする場所となっている。

両岸からは、Temburong 川の溪岸の主要樹種である Keruing neram の太い幹が何本も水平にのび、川幅全体に広がる穏やかな流れに樹陰をおとす。Ara flowerの真っ赤な花が垂れ下がる、Batang Duri の人達の伝統的な生活を支える河畔林の生活空間である。

〔Menggaris の大木〕 船着き場をでてしばらくすると、前方に焼き畑農地がみえてくる。その右手の森に一本のMenggaris が周りから抜きでて立っており、これから訪れる国立公園に生育する樹木の高さを想像させる存在である。

〔Rangguの大木〕 焼き畑農地の対岸は、形成途上の岩石段丘である。暗灰色の風化した岩盤が、川の流れに削り取られてできたものである。それを眺めながら右手に方向を変えて、しばらくの間さかのぼると、大きなRangguが、幹の中間にランの大きな株

を一つ宿しながら45mの高さに達している。この木に「Big」の称号を冠することとした。

〔焼き畑移動農民の森〕 この区間では、焼き畑農地や耕作の休閑期間に再生した二次林が随所にみられる。

ここでは、Figure-51 に示す地点を一つの典型としたが、その構成樹木は、Sengkuang、Merkubung、Sedaman が主要樹種となっている。これらの樹種は8~10年生であるが、樹高は10m以下であり、初期成長はそれほど速いとはいえないものである。

〔Menggaris の巨木〕 国立公園に近づくと、しだいに立派な森林が多くなっていく。そのなかでも、ひときわ高くそびえるのが、このMenggaris の巨木である。この木は、国立公園にも多く生えているが、Low landにおいてもみられるものである。

7. 利用施設計画

7.1. 利用施設計画の考え方

Ulu Temburong 国立公園に現存する熱帯多雨林の原生林は、面積が大きいだけでなく森林の立木構成の点でも世界的に大変貴重な存在であるといえる。従ってこの国立公園を、エコツアーに解放し利用することは大変有意義なことであるが、多くの人々が来訪することにより、現在の自然生態系に悪影響を及ぼす可能性も十分考えられる。よって、Ulu Temburong 国立公園の自然を維持するためには、保護・管理・運営計画を十分に立てたうえでエコツアーを行わなければならない。

国立公園内は、現在までの現地調査の結果からみると、地形は急峻であるが現状では斜面や森林は安定していると判断される。しかし、利用施設のために大規模な開発を行うことは、現在の自然生態系や地形等の破壊に繋がる懸念があるので、さけた方が良い。従って、国立公園の利用施設については、上層木・中層木の伐採を行わないことを絶対条件として計画し、かつ各施設は必要最小限度の規模とすることが望ましい。

各利用施設の設置位置は、エコツアーコースを基本にして計画するが、上記のことを十分に踏まえて設置位置の決定をしなければならない。また、各施設の規模・構造は現地にふさわしいもの（自然にマッチしたもの）とし、材料は、Temburong 地区で入手可能なものを使用することとして計画することが有効である。

利用施設の設置方針としては、Ulu Temburong 国立公園の自然を損なわない必要最小限の規模のものを計画することとするが、その内容はエコツアー利用客が安心して利用できるものでなければならない。利用施設は下記の通りとする。

- 管理施設
- 自然観察路 (Nature trail)
- 展望施設
- 休憩施設
- 公衆便所
- 船着き場
- 宿泊施設
- 標識および案内版

7.2. 利用施設計画

7.2.1. 管理施設

Temburong 地区において、国立公園外の隣接地はProduction Forest に指定されていて、現

在も伐採が行われている。Batang Duri から国立公園入り口までの Temburong川沿いにも二次林や開墾地があり、将来的には国立公園入り口まで伐採される可能性がある。この Temburong川沿いの森林の伐採は、エコツアー利用のなかで、Batang Duri から国立公園までの船による移動において景観を損なうことになる。かつ、植林を行う前の地依え時にブルネイでは火入れを行うことが多いことから、国立公園の森林にも影響を与えることも考えられるので、Batang Duri上流の伐採は、できるだけ避けた方が良いと思われる。

以上のことを踏まえて、エコツアーに利用するUlu Temburong 国立公園内1万haの、保護・管理・運営とツアー利用客の管理・指導を行うために、現地に管理施設を設置する必要がある。

管理施設では、主に下記のことを取り扱うことにする。

- 入園者の記録
- 国立公園のパンフレットの配布、展示と説明
- ツアー利用客の現地案内
- 船及び操縦士の確保と管理
- 緊急時の対応
- 利用客に対する指導及び連絡
- 売店
- ゴミ等の処理

以上のことを考慮すると、管理施設の規模は相当大きなものになると予想される。管理施設の設置場所は、管理施設の規模からいって、国立公園内に設けることは立木を伐採しなければ用地を確保できないので問題がある。そこで、設置場所は国立公園の外側で出来るだけ国立公園に近い場所がよいことから、国立公園入り口（Sg. Belalong との合流点）から約 200m下流の右岸に約 0.5haの平地があるのでここが適地であると思われる。

7.2.2. 自然観察路

(1) 日帰りコース

エコツアーの日帰りコースでの自然観察路計画は、Apan展望地までのルートと国立公園入り口のSg. Belalong 合流点からの森林観察を目的としたルートがある。特に、Apan展望地からの景観は素晴らしく、エコツアーのメインコースとして、多くの利用客が訪れるのが予想されることから、自然観察路を十分に整備するのが望ましい。

国立公園内は、傾斜が80%を越える急峻な地形が多く出現しているため、既存の歩道は尾根沿いを主体に作設してある。しかし、尾根沿いの歩道の縦断勾配は40%を越えるところが多く、その様な勾配が長く続く場合には、約20%（11°）の勾配で迂回するルートを計画することを検討した。

Apanの歩道は、現在のところ既存の尾根沿いルートがあるが縦断勾配が急な箇所が多く、上りの自然観察路としては問題があるので、別ルートを選定した。

Apan起点付近（BP～IP. 12）は、既存の歩道が高低差約54mの尾根まで最短距離で登っているため、縦断勾配が80%を越える所もあり非常に歩行しずらくなっているため、ルートを変更することとした。変更ルートでは、平均縦断勾配が約30%となったが、延長を延ばすと地形がより急な所を通過することになるので、このルートとした。

IP. 26 ～IP. 45 までの区間の既存歩道も、上り下りして勾配も40%を越すところが多いため、ルートを変更することとした。変更ルートの平均縦断勾配は約20%であるが、通過地点の地形と安全面も含めて一部階段や片棧橋を設ける必要がある。既存の歩道をApan展望地からの帰りに自然観察路として利用することは、より多くの熱帯多雨林にふれることができるのと下りが多いため比較的楽に歩行できるので、一部階段を作設するなどの補修するのが望ましい。

国立公園入り口の森林観察コースの自然観察路は、既存の歩道で十分対応可能であるがTemburong 川沿いの一部に片棧橋を設けるなどの補修が必要である。

(2) 滞在コース

滞在コースは、Bt. Belalong に登るコースがメインとなるもので、UBD が作設した既設歩道を利用するルートとBt. Belalong からSg. Machang合流点までの新設ルートの周遊コースとする。

Bt. Belalong からSg. Machang合流点までのルートは基本的に尾根沿いを通ることとし、一部急な所については迂回して縦断勾配の緩やかな歩行しやすいルートとする。但し、対象外木（樹高6m未満の木）以外は伐採しないこととする。

自然観察路を計画するに当たって、縦断勾配が20°（37%）以上の箇所は階段とし、横断傾斜が35°（70%）以上の箇所は片棧橋を設けることとする。また、雨水が溜まるような所では排水処理をして水を分散させる必要がある。

Figure-52 ～54に自然観察路の土工定規図及び階段・片棧橋の標準図を示した。

7.2.3. 展望施設

Apan展望地は、Survey Department が航空標識を設置した場所のために標識周囲がすでに伐採しており、周囲360°を眺望できる場所である。エコツアーのメインとなると想定している場所の一つであるため、多くの利用客がここに訪れて自然や景観に親しむことが予想される。しかし、伐採跡地のために木陰がないので日覆のある施設を設置して、憩いの場所とすることが望まれる。規格・構造は、木材を使用して現地の景観になじむような建物とすることが望ましい。

標高913mのBt. Belalong の展望地においても、Apan展望地同様に展望施設を設置すること

を計画している。

7.2.4. 休憩施設

自然観察路沿いや Temburong川沿いに休憩施設（避難小屋及びベンチ）を設けて、エコツアー利用客がより自然に親しむことができるよう考慮する必要がある。

Apan展望地までのルートにおいて、その自然観察路沿いではすばらしい熱帯多雨林の大木を観察することができる。それらの樹種を十分に観察してもらうために、IP. 12・26・40・A25・A1付近に休憩施設を計画した。但し、降雨のことを考慮すると屋根付きであるのが良い。

国立公園入り口の森林観察コースにおいても同様であるが、歩道終点付近のIP. J1 に一か所あれば十分である。

Temburong 川沿いにおいて、国立公園入り口からSg. Machang合流点までは、片道およそ1時間の行程であるためSg. Machang合流点とその中間点付近に、休憩施設を設け降雨のときには避難小屋としての利用に供することとした。

Bt. Belalong の周遊コースにおいては、3～4 kmおきに休憩施設を設定する計画である。

7.2.5. 公衆便所

エコツアーの利用客のなかにはとうぜん女性もいるわけで、男女別の公衆便所を設けることを計画した。管理施設やその他の施設に併設することが望ましい。

7.2.6. 船着き場

多くのエコツアー利用客が、安全かつ快適に船の乗降をするためには船着き場を設ける必要がある。管理施設設置箇所や各自然観察路及び各施設の設置箇所には、できるだけ船着き場を設置することが望ましい。今までの調査結果とツアーコースの整合性から下記の6箇所には、船着き場を設けることとする。

- 国立公園入口
- 管理施設設置箇所
- Sg. Machangとの合流点
- Sg. Apan との合流点
- Sg. Babi との合流点
- UBD Bt. Belalong への自然観察路付近

7.2.7. 宿泊施設

滞在コースを検討する上で宿泊施設は、必要不可欠のものである。Bt. Belalong の周遊コースでは、2泊3日あるいは3泊4日の行程を要するので最低3箇所に宿泊施設（山小屋）を設置しなければならない。設置場所、自然観察路付近の平地に設けることとした。

エコツアー利用客により長い時間自然に親しみかつ楽しんでもらうためには、キャンプ場を

現地に設けることが考えられる。キャンプ場の設置位置は、国立公園の外側とし管理施設に近接した場所であることが望まれる。

7.2.8. 標識及び案内版

Temburong 国立公園の自然や日帰り・滞在コースの内容及び熱帯多雨林の実態を、エコツアー利用客に良く理解してもらうためには、各所に標識や案内版を設置する必要がある。標識や案内版があることにより、利用客の人々が現地で自由にコースを選択できる安心感を与える。

各利用施設には、必ず標識や案内版を設けることとし、代表的な樹木には、名札を付けたり説明板を設けることにした。

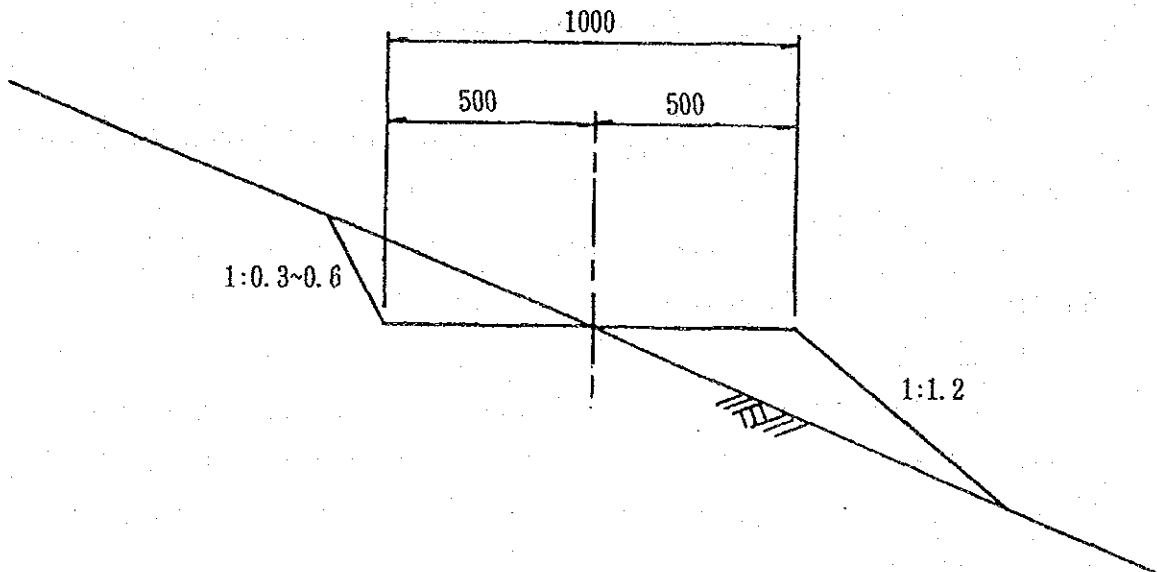


Figure-52 Nature trail diagram

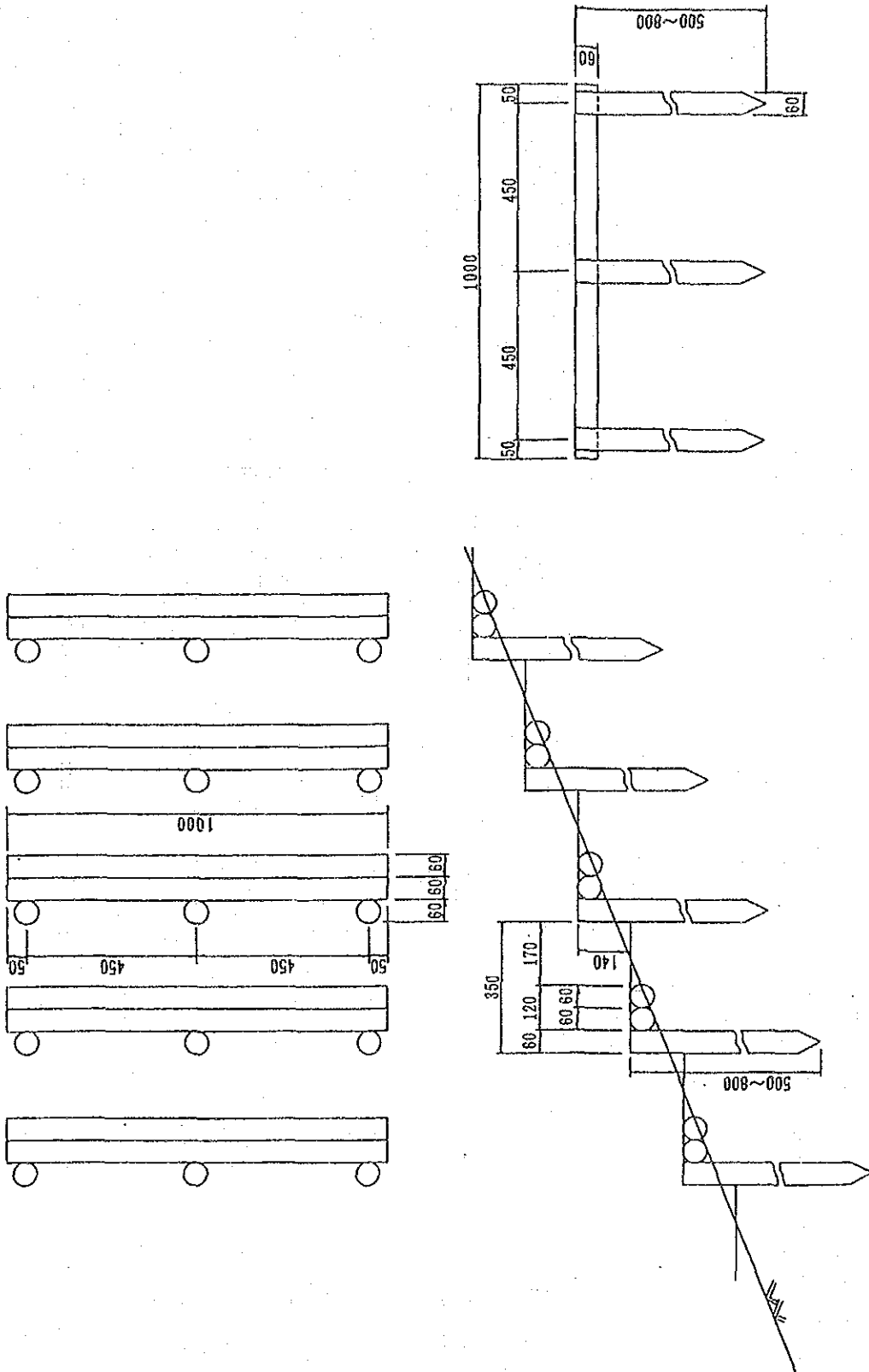


Figure-53 Standard construction of staircase

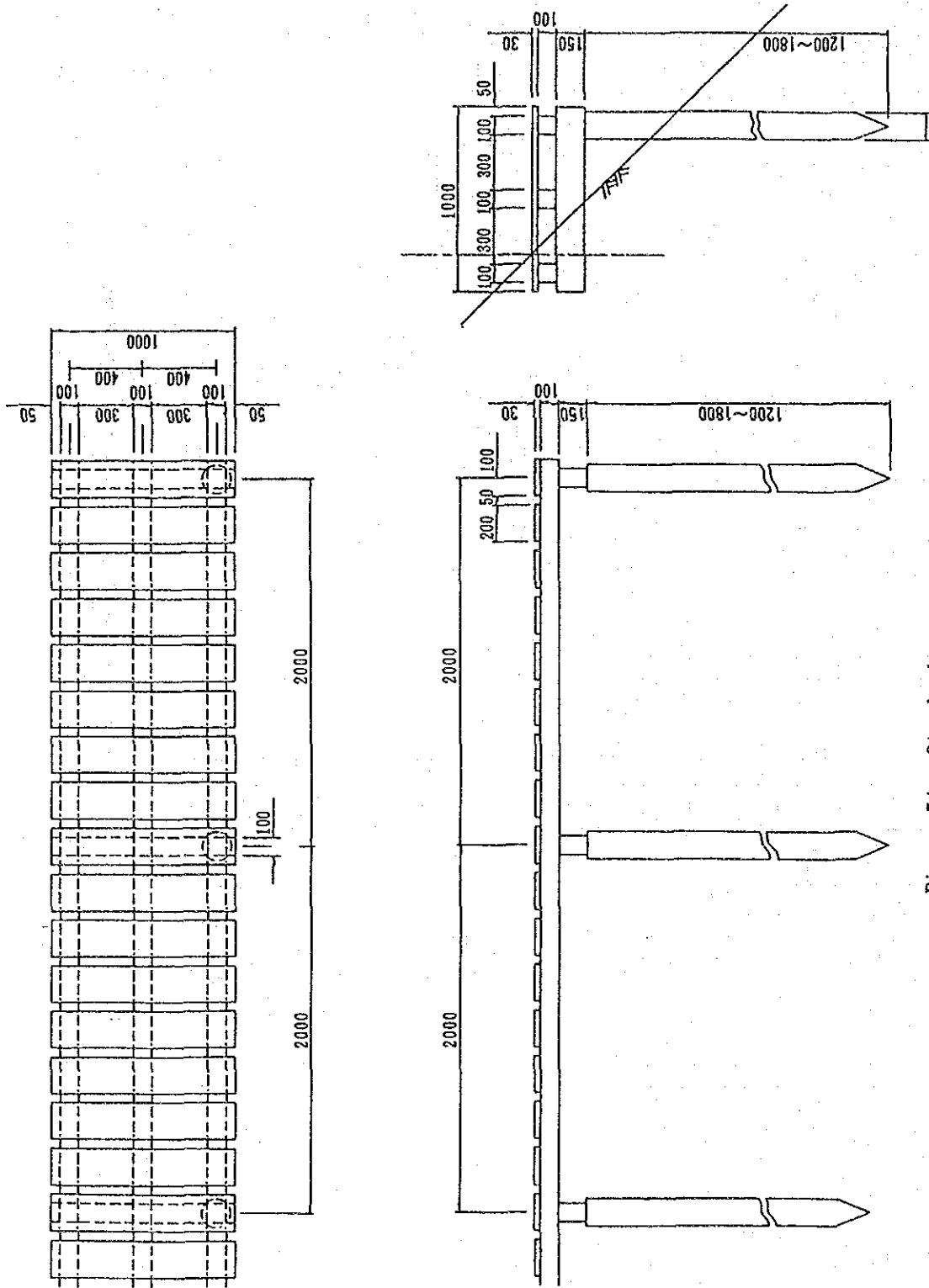


Figure-54 Standard construction of catwalk

7.3. 施設用地の確保

7.3.1. 国立公園の管理拠点と利用者の行動拠点としての施設用地

先に記した自然観察路、展望施設、休憩施設、船着き場、標識および案内板については、国立公園の区域内に設置される。これらの施設は、国立公園の自然の観察を可能にし、また、国立公園を利用者の無秩序な入り込みから守る施設である。

管理施設、宿泊施設については、国立公園の森林がもつ原始性を損なうことを避けるため、国立公園の区域外に設けることが望ましい。これらの施設は、国立公園の管理拠点としての役割と利用者の行動拠点としての性格をもち、国立公園の入り口付近に設置することが求められるものである。その用地としては、国立公園の入り口から約 200m 下流の右岸にある約 0.5ha の平地が適地であることを既に記した。しかし、今後の利用者の増大を考えたとき、さらにその用地を拡大する必要が生ずるであろう。したがって、次善の方策として、国立公園の入り口付近で適地を探すと、Kuala Belalong の公園区域内にある右岸平地に適地があり、そこに限って用地とすることもやむをえない。

7.3.2. Kuala Belalong の施設用地における配慮事項

(1) 調査目的と内容

国立公園内における施設用地については、国立公園外でのそれに比べ、環境に対するインパクトを最小限にとどめる配慮がより必要である。また、利用者が滞在する施設では、安全の確保も必要となる。したがって、Kuala Belalong の公園区域内の建設用地において、環境と安全に関する配慮事項について、その調査手法を含めて明らかにすることを目的に、キャンプ場予定地と施設建設予定地を選定し、これを調査対象地として、林分構造調査を実施した。また、地形測量による調査地平面図は、Figure-55 に示す。

(2) キャンプ場予定地

キャンプ場では、建築物の設置は予定されておらず、土地の改変をともしない。しかし、キャンプ場としてのアメニティを確保するためには、地表層を構成する樹木や低木層（樹高 6～10m）の樹木の一部を伐採する必要がある。キャンプ場予定地の林分構造を Figure-56、57 に示すが、建築物の設置の場合のように大きな空間を必要とせず、森林生態系への影響は少ない。

キャンプ場予定地と次に記す施設建設予定地の利用者の安全を確保するためには、巨大高木（樹高 41m 以上）からの落枝や倒木による事故の発生を防止する必要がある。そのために次の措置が必要である。

- ① 予定地および周辺地のツル植物を除去すること。
- ② 巨大高木（樹高 41m 以上）の落枝が利用者を直撃することを避けるために、大高木層

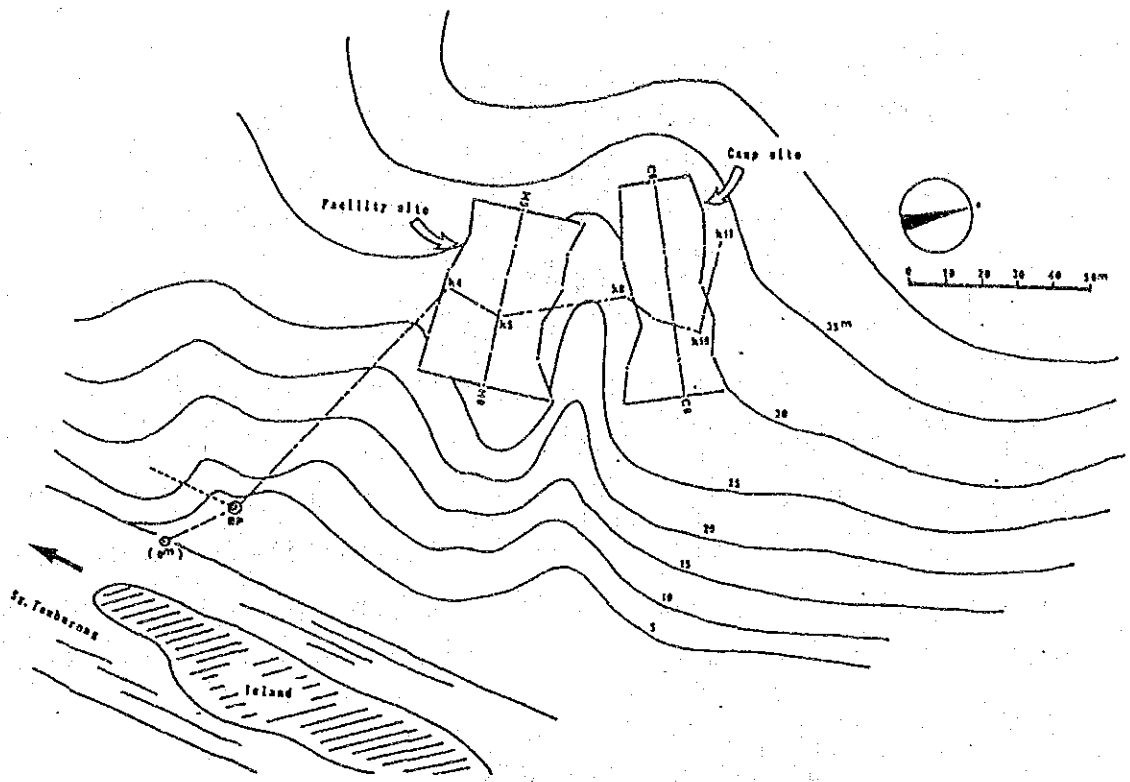


Figure-55 Survey plan of camp site and facility site

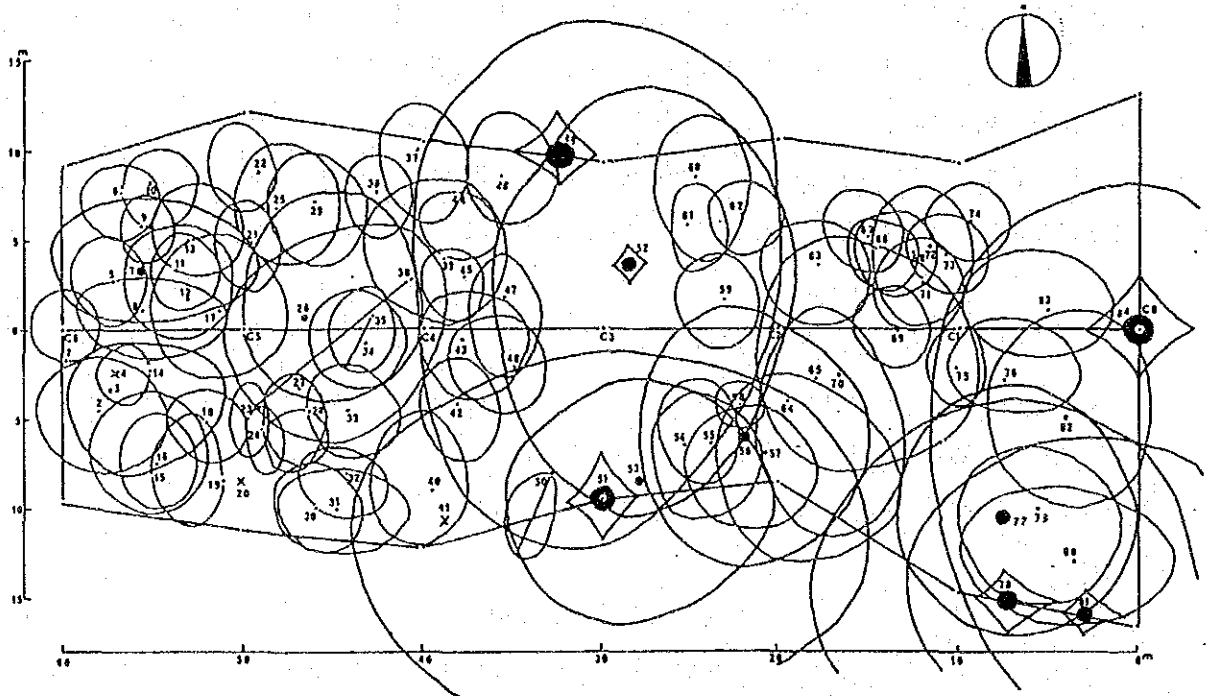


Figure-56 Crown projection diagram of campsite

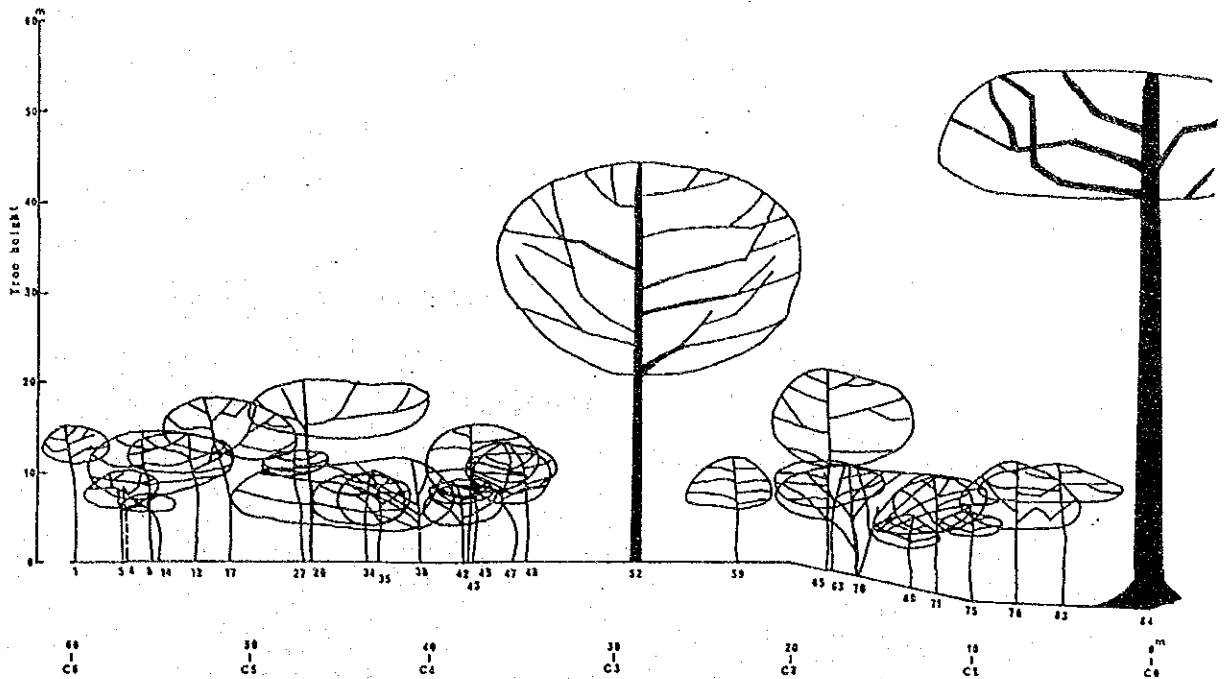


Figure-57 Forest profile diagram of campsite

(樹高21~40m)と小高木層(樹高11~20m)の樹木は極力伐採しないこと。

③ 板根を損傷したり、除去しないこと。

(2) 施設建設予定地

宿泊施設を含む各種施設の建設予定地は比較的平坦であり、土地の改変をとまなわれない建設工法(例えば高床式の建築方式)を採用すれば、土地の安定性は損なわれない。

しかし、建築物を設置するにあたっては、樹木の伐採が避けられない。そこで、どの程度の大きさの樹木を伐採して、何処の場所に建築物の設置をすれば、森林環境に対するインパクトを小さくできるのかを検討することが大切である。その際、これまでうっ閉していた森林空間を可能な限り保持していくことが、森林生態系を維持するうえで最も重要なことである。

そのためには、先ず地表層を構成する樹木を伐採するだけで、用地が確保できれば、地表層の樹木の伐採だけにとどめることが望ましい。しかし、その程度の大きさの樹木を伐採するだけでは、建築物を設置する用地を確保することは困難である。したがって、低木層以下の樹木を伐採して用地が確保できるかどうかを検討していくのが原則である。

調査地のほぼ全面積は、巨大高木が形成する林冠で覆われている。説明を簡略にするために、これを仮に除外して、建築物の設置にともなう樹木の伐採が直接影響する大高木層以下の林冠について、樹木の伐採と森林のうっ閉状況の変化との関係を検討する。

Figure-58 は、Aにおいては樹高20m以下、Bでは15m以下、Cでは12m以下、Dでは10m以下の樹木を全部伐採したと仮定した場合に、大高木層以下の林を構成する樹木がつくる林冠

の状況を示している。

これをみると、もし20m以下の樹木を全部伐採した場合、調査地の44.1%にあたる面積が大高木層以下の樹木で覆われないことになる。また、15m以下の樹木を全部伐採すると26.9%、12m以下の場合は24.0%、10m以下の場合は23.6%となり、伐採木の樹高の低下とともに、林冠の疎開が小さくなる。

したがって、調査地で建築物を設置する場合は、低木層を構成する樹高10m以下の樹木を伐採することを前提として用地を選定することとする。なお、この場所における森林状況は、10m以下の場合と12m以下の場合とでは、林冠の疎開の程度に殆ど変化がみられない。したがって、12m以下の樹木を伐採することも許容されるものである。

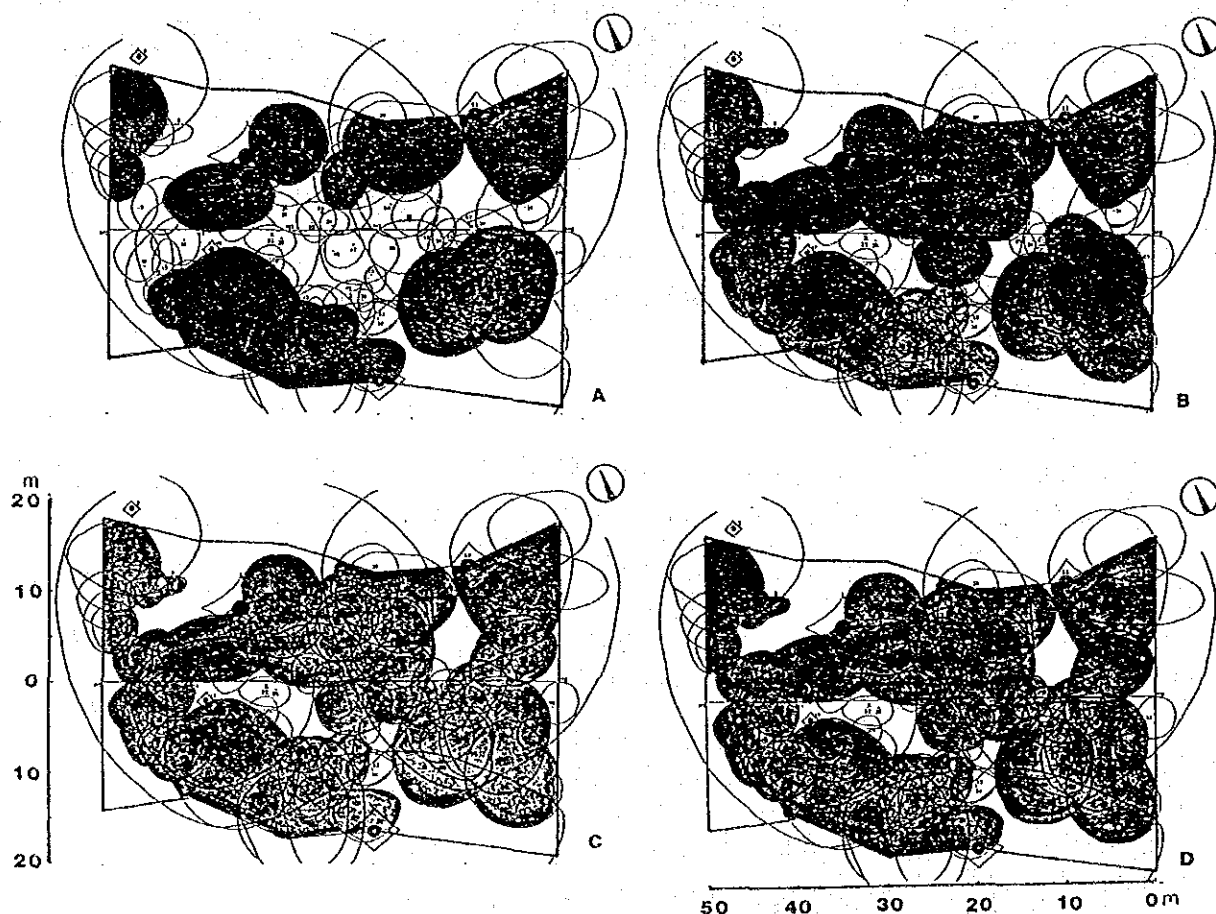


Figure-58 Crown projection diagram of facility site (except emergent)
 A:cutting all trees less than 20m height C:cutting all trees less than 12m height
 B:cutting all trees less than 15m height D:cutting all trees less than 10m height

次に、建築用地の選定とその規模について検討する。

調査地に存在する樹高6m以上の全樹木の位置を、Figure-59に示す。

建築物、とりわけ宿泊施設については、Long house型式の建物（8m×24m以上の規模）が標準的なものとして想定される。しかし、この図を使って、樹高10m以下の樹木と枯れ木だけ

を伐採するという方針のもとで建築用地を選定すると、A、B、Cの3用地が選定されるにすぎない。

AとBは9.0m×9.0m、Cは8.5m×8.5mの規模である。この場所に、8.0m×8.0m程度の広さの3棟の建築物を設置できる。したがって、宿泊施設は小規模な施設に三分割して設置することが望ましい。

この場合、伐採を要する樹木は、AではBelian(H:9m、DBH:8cm)、Unknown species(H:9m、DBH:9cm)、Pendarahan(H:7m、DBH:6cm)、Mempisang(H:8m、DBH:6cm)、Melunak(H:9m、DBH:6cm)の5本と枯れ木2本である。また、Bにおいては伐採は必要とせず、CではUnknown species(H:10m、DBH:9cm)(H:9m、DBH:4cm)(H:9m、DBH:4cm)、Sireh sireh(H:7m、DBH:7cm)の4本である。

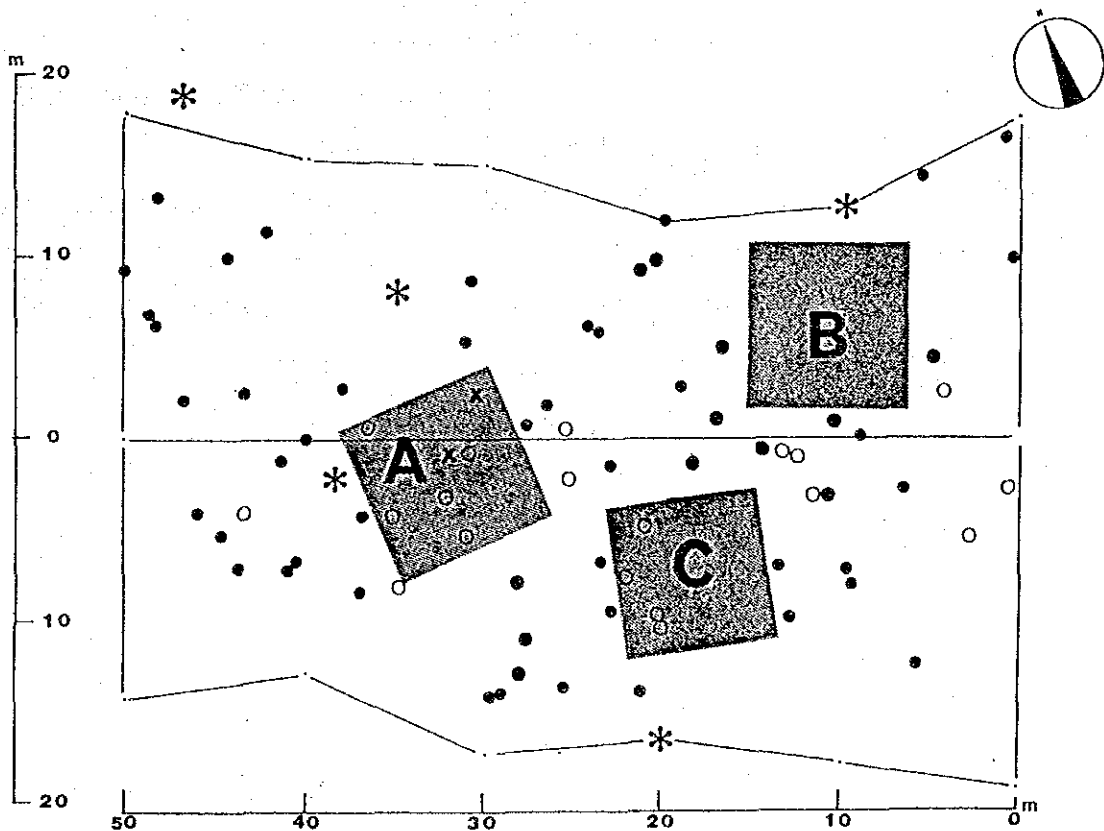
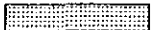


Figure-59 Positions of trees in facility site

* : more than 41m height、● : 11~40m height、○ : 6~10m height、
 × : dead tree、 : suitable site for facility

なお、Figure-60 に熱帯多雨林内での光の垂直的な分布について引用する。