

3-3 動・植物相調査

調査地域における動物の生息状況及び植物の実態を把握することを目的として、動物相調査、植物相調査、魚類・底生生物の化学分析、植生分布調査を実施した。なお、貴重種の分類は 1994 年 12 月の IUCN で採択された Red List Categories に基づく。

3-3-1 動物相調査

調査地域における動物、特に陸域の脊椎動物である鳥類、哺乳類、爬虫類、両生類に関する既存文献収集・整理を行い貴重種に関するデータを収集するとともに、動物相の現状調査をナモシ地区のワイバカ(Waivaka)鉦徴地周辺で実施した。

(1) 文献調査

(フィジー諸島共和国の動物)

フィジーの動物は海洋を越えて棲み付いたもので、パプアニューギニアやオーストラリアやニューカレドニア やバヌアツ、ソロモン島等を経由し、西から移動したものと推定されている。

鳥類がフィジーを代表する動物群で、これまでに約 150 種が記録されている。在来種(Native Species)は 57 種で、そのうちフィジー固有種(Endemic Species)が 26 種(46%)となっている。爬虫類は 27 種の在来種が記録されており、そのうち固有種は 8 種(30%)である。爬虫類の在来種の内訳は、イグアナが 2 種、トカゲが 12 種、ヤモリが 10 種、ヘビが 3 種である。両生類は 2 種の在来種のカエルがおり、全て固有種である。哺乳類は 6 種の在来種がおり、全てコウモリ類で、このうち固有種が 1 種ある。野生のブタやネコ、ネズミ、マングースは全て外来種である。

人家の近辺や開墾された丘陵地帯では、人々の移動に伴い、外来種が侵入している。その一方、本調査地域に広く分布する熱帯雨林には在来種が多く認められる傾向がある。

(ヴィチレブ南部地域の動物)

本調査地域に広く分布する熱帯雨林生態系であるヴィチレブ南東部の脊椎動物は、鳥類(Birds)が 51 種、哺乳類(Mammals)が 11 種、爬虫類(Reptiles)が 19 種、両生類(Amphebiens)が 3 種、合計 84 種が記録されている。このうち、Masked Shining Parrot, Pink-billed Parrotfinch が固有種である。

(2) 現地調査

動物相の現状調査を 2002 年 12 月 9 日～13 日の 5 日間、ナモシ地区のワイバカ鉦徴地周辺で行った。ナモシ地区は熱帯雨林(Lowland rain forest)に属し、これはヴィチレブ南部地域で最も広く分布する生態系である。鳥類やコウモリに関しての調査は、道路や小道にルートを設定し、目視観察を行った。またネズミやマングース等の小哺乳類はトラップを利用して採取した。爬虫類や両生類は昼間の探索によって採取した。調査結果を Table 3-3-1 に、以下に概要を示す。

1) 鳥類

鳥類は 34 種確認した。ヴィチレブの固有種である Pink-billed Parrotfinch : *Erythrura kleinschmidia* を 11 回確認した。絶滅危惧種(Threatened)に登録されている鳥類(Friendly Ground Dove, Peregrine Falcon)は確認されなかった。

2) 爬虫類

爬虫類は 3 種確認された。ヴァヌアレブ島でのみ確認された Skink の 1 種である *Emoia mokosariniveikau* が見出せた。またヴィチレブ島の固有種の小さな穴掘りヘビである *Bolo Ogmodon vitiensis* を確認した。

Table 3-3-1. Terrestrial vertebrates of south east Viti Levu (1)

No.	Scientific Names	English Names	Fijian Names	Introduced, Endemic, Threat Status	Field observation and Remarks
Birds					
1	<i>Egretta sacra</i>	Eastern Reef Heron	Belo		Not recorded. But doubtless a visitor along the creeks from time to time.
2	<i>Ardea novaehollandiae</i>	White-faced Heron	Belo matavula		Not recorded. But this recently-arrived bird on Viti Levu has been seen in the Rewa delta area and along the Navua River and so may well occur in the area.
3	<i>Anas superciliosa</i>	Pacific Black Duck	Ganiviti		Singletons or pairs seen several times on the Wainikatama and Waivaka Rivers
4	<i>Accipiter rufitorques</i>	Fiji Goshawk	Reba	Fiji Endemic	Uncommon, only three seen.
5	<i>Circus approximans</i>	Pacific Harrier	Manu levu		Uncommon several seen over both forest and secondary habitats
6	<i>Falco peregrinus</i>	Peregrine Falcon	Ganivatu	At Risk in Fiji	Not recorded. A very rare species in Fiji which is known to nest on the cliff faces of the Korobasabasaga range from where they could hunt over the study area. No suitable rock faces were noted in the Waivaka area. Not a globally threatened species.
7	<i>Porzana cinereus</i>	White-browed Crake		Conservation Concern in Fiji	Not recorded. There would appear to be no suitable habitat in the Waivaka area for this species, which inhabits freshwater swamps and ponds. Although threatened in Fiji this is not a globally threatened species.
8	<i>Porzana tabuensis</i>	Spotless Crake	Mo	Data Deficient in Fiji	Not recorded. There would appear to be no suitable habitat in the Waivaka area for this species, which inhabits freshwater swamps ponds and thick wet vegetation. Although probably threatened in Fiji this is not a globally threatened species.
9	<i>Columba vitiensis</i>	White-throated Pigeon	Soqeloa		Uncommon, only one seen.
10	<i>Streptopelia chinensis</i>	Spotted Dove		Introduced	Not recorded. But could be present along roadsides
11	<i>Gallicolumba stairii</i>	Friendly Ground-dove	Qilu	Vulnerable Endemic to Fiji Samoa and Tonga	Not recorded. But may well occur. Uncommon on Viti Levu perhaps because of mongoose predation. Difficult to see but usually calls frequently. The forest appeared to be suitable for this species.
12	<i>Ducula latrans</i>	Barking Pigeon	Soqe	Endemic to Fiji	Commonly seen and more commonly heard because of its loud and distinctive call.
13	<i>Ptilinopus perousii</i>	Many-coloured Fruit-dove	Kuluvotu		Uncommon heard twice.
14	<i>Chrysoenas luteovirens</i>	Golden Dove	Bunako	Endemic to Viti Levu and offshore islands	Common although fewer than expected calling
15	<i>Phigys solitarius</i>	Collared Lory	Kula	Endemic to Fiji	Common seen or heard on several occasions every day
16	<i>Chamosyna amabilis</i>	Red-throated Lorikeet	Kulawai	Endangered Endemic to Fiji	Not recorded. A very rare species: none were seen in a dedicated 3-month survey in 2001/2. May be nomadic in response to flowering trees? there were very few suitable trees (eg vuga) in flower during the survey - and it may occur at different times at Waivaka even if not recorded.
17	<i>Prosopaea personata</i>	Masked Shining Parrot	Kaka	Vulnerable Endemic to Viti Levu	Uncommon one or two heard or seen most days and a group of four observed.
18	<i>Cacomantis flabelliformis</i>	Fan-tailed Cuckoo	Todi		Uncommon heard once or twice on most days
19	<i>Eudynamis taitensis</i>	Long-tailed Cuckoo	Migrant		Not recorded. Unlikely to be seen in the area, as it is a rare visitor to Viti Levu.
20	<i>Tyto alba</i>	Barn Owl	Belo		Not recorded. But doubtless present. No night surveys were undertaken.
21	<i>Tyto longimembris</i>	Eastern Grass Owl			Not recorded. This is known from only four specimens taken in the nineteenth century but all from southeast Viti Levu. It is presumed extinct but the comparatively extensive grasslands at the confluence of the Wainivuga and the Waivaka rivers could be suitable habitat. Further work would be required to confirm this.
22	<i>Collocalia spodiopygius</i>	White-rumped Swiftlet	Kakabace		Common seen flying over forest and secondary habitats at all times of the day.
23	<i>Todiramphus chloris</i>	White-collared Kingfisher	Lesi		Common seen or heard several times each day.
24	<i>Hirundo tahitica</i>	Pacific Swallow			Not recorded. May be found along the larger rivers.
25	<i>Artamus mentalis</i>	Fiji Woodswallow	Vukase	Endemic to Fiji	Locally fairly common in open areas and forest openings.
26	<i>Aplonis tabuensis</i>	Polynesian Starling	Vocea		Uncommon or rare seen on only three occasions.
27	<i>Acridotheres tristis</i>	House Mynah	Maina	Introduced	Not recorded.
28	<i>Acridotheres fuscus</i>	Jungle Mynah	Maina ni veikau	Introduced	Locally abundant especially near the camps and main road and where cattle were present.
29	<i>Pycnonotus cafer</i>	Red-vented Bulbul	Ulurua	Introduced	Abundant around the camps and fairly common along drilling access roads and the open area on the Waivaka River.
30	<i>Turdus poliocephalus</i>	Island Thrush	Tola		Uncommon. Only a few heard singing each day and so uncommonly encountered but more likely to have been revealed by more walks through the forest rather than on roads and drilling access tracks.
31	<i>Trichocichla rufa</i>	Long-legged Warbler		Data Deficient Endemic to Fiji	Not recorded. A rare species which is very difficult to see although it has a distinctive song. Its habitat requirements are poorly-known but there was some forest at Waivaka that was believed to be suitable. Areas of suitable habitat such as this should be surveyed at dawn ideally using tape-recordings of the species.
32	<i>Cettia ruficapilla</i>	Fiji Bush-warbler	Manu	Endemic to Fiji	Commonly heard but rarely seen.
33	<i>Petroica multicolor</i>	Scarlet Robin	Diriqwala		Common many fledglings recorded.
34	<i>Rhipidura spilodera</i>	Streaked Fantail	Sasaira		Common
35	<i>Mayrornis lessoni</i>	Slaty Monarch	Sasaira	Endemic to Fiji	Common but less common than in many forest areas.
36	<i>Clytorhynchus vitiensis</i>	Lesser Shrikebill	Digisau		Common
37	<i>Clytorhynchus nigrogularis</i>	Black-faced Shrikebill	Kiro	Vulnerable Endemic to Fiji	Uncommon. A vociferous pair at the Wainikatama camp; two others heard calling and one seen.
38	<i>Myiagra vanikorensis</i>	Vanikoro Broadbill	Matayalo		Common more common than expected although mostly seen along roads and around openings
39	<i>Myiagra azureocapilla</i>	Blue-crested Broadbill	Batidamu	Endemic to Fiji	Common
40	<i>Pachycephala pectoralis</i>	Golden Whistler	Ketedromo		Common
41	<i>Lalage maculosa</i>	Polynesian Triller	Manusa		Common
42	<i>Zosterops explorer</i>	Fiji White-eye	Qiqi	Endemic to Fiji	Abundant throughout forest areas.

Table 3-3-1. Terrestrial vertebrates of south east Viti Levu (2)

No.	Scientific Names	English Names	Fijian Names	Introduced , Endemic , Threat Status	Field observation and Remarks
43	<i>Zosterops lateralis</i>	Silvereye	Qiqi		Uncommon except in more open habitats - roadsides and along the Waivaka River.
44	<i>Erythrura pealii</i>	Fiji Parrotfinch	Qiqikula	Endemic to Fiji	Common
45	<i>Erythrura kleinschmidti</i>	Pink-billed Parrotfinch	Sitibatitabua	Endangered Endemic to Viti Levu	Uncommon One or two seen on three occasions and singles heard or seen flying overhead on eight occasions; all within 500m of camp. More research is needed to clarify its habitat preferences: birds were seen both in old-growth forest and roadside bushes.
46	<i>Amandava amandava</i>	Red Avadavat	Siti	Introduced	Not recorded. Inhabits grasslands and not likely to be present.
47	<i>Padda oryzivora</i>	Java Rice Sparrow	Manumanu ni Raisi	Vulnerable Introduced	Not recorded. Inhabits grasslands and not likely to be present.
48	<i>Myzomela jugularis</i>	Orange-breasted Myzomela	Delakula	Endemic to Fiji	Common
49	<i>Foulehaio carunculata</i>	Wattled Honeyeater	Kikau		Abundant
50	<i>Gymnomyza viridis</i>	Giant Forest Honeyeater	Sovau	Vulnerable Endemic to Fiji	Commonly heard although overall density difficult to assess because of the strength of their call.

Reptiles

1	<i>Brachylophus fasciatus</i>	Banded Iguana	Vokai	Endangered	Not encountered or reported but probably occurs at very low density because of predation by the Mongoose and feral cats.
2	<i>Candoia bibronii</i>	Pacific Boa	Gata		Not encountered but reported by landowners. As elsewhere on Viti Levu probably occurs at a low density because of predation by the Mongoose and feral cats.
3	<i>Ogmodon vitiensis</i>	Fiji Burrowing Snake	Bolo	Endemic to Viti Levu Vulnerable	Not encountered but reported by landowners. The Namosi area is the only place where this species appears to persist at a reasonable density.
4	<i>Gehyra vorax</i>	Giant Forest Gecko			Not encountered. A very secretive species and difficult to find.
5	<i>Gehyra oceanica</i>	Oceanic Gecko		?Introduced	Not encountered but almost certainly occurs. Usually a common forest gecko.
6	<i>Gehyra mutilata</i>	Stump-toed Gecko		Introduced	Not encountered. A recently introduced species confined to buildings or their near vicinity.
7	<i>Lepidodactylus lugubris</i>	Mourning or Pacific Gecko		Introduced	Not encountered. An introduced species confined to buildings or their near vicinity.
8	<i>Lepidodactylus manni</i>	Mann's Forest Gecko		Endemic	Not encountered but probably occurs. Usually a rare forest gecko.
9	<i>Hemiphyllodactylus typus</i>	Tree Gecko			Not encountered. A rare introduced species.
10	<i>Hemidactylus frenatus</i>	House Gecko		Introduced	Not encountered. An introduced species confined to buildings or their near vicinity.
11	<i>Hemidactylus garnotti</i>	Fox Gecko			Not encountered but probably occurs. An apparently declining gecko but not confined to forest.
12	<i>Nactus pelagicus</i>	Slender-toed Gecko			Recorded
13	<i>Emoia mokosariniveikau</i>	Turquoise Forest Skink		Endemic	Unidentified Skink - Recorded. This tree skink was seen on three occasions a voucher specimen was collected. Currently Emoia mokosariniveikau is known only from Vanua Levu and so if the identification is confirmed it will be a new record for Viti Levu. If this is not <i>Emoia mokosariniveikau</i> then it will be a new species.
14	<i>Emoia campbelli</i>	Campbell's Skink		Endemic to Viti Levu	Not encountered. Currently only known from higher altitudes (Monasavu) and not yet recorded in the Namosi area.
15	<i>Emoia concolor</i>	Green tree Skink		Endemic	Not encountered. Usually a common tree skink but found mainly in disturbed habitats.
16	<i>Emoia impar</i>	Blue-tailed Copper-striped Skink			Not encountered a ground skink which is unlikely to occur in upland forested areas.
17	<i>Emoia cyanura</i>	Brown-tailed Copper-striped Skink			Not encountered. A ground skink which is unlikely to survive in upland forest areas because of predation by the Mongoose and feral cats.
18	<i>Emoia parkeri</i>	Bronze-headed Skink		Endemic	Recorded. An arboreal skink which was comparatively commonly recorded.
19	<i>Lipinia noctua</i>	Moth Skink			Not encountered but probably occurs. A secretive but usually quite common skink which is not confined to forest.
20	<i>Cryptoblepharus eximius</i>	Pacific Snake-eyed Skink		Endemic	Not encountered a ground skink of coastal areas but one which has been found way inland up along major rivers and so may occur.

Amphibians

	<i>Bufo marinus</i>	Cane Toad	Boto	introduced	Common around the camp
	<i>Platymantis vitiensis</i>	Fiji Tree Frog	Ula	Endemic	Opportunistic searching revealed the presence on three occasions

Mammals:Native

	<i>Pteropus tonganus</i>	Pacific Flying Fox	Beka		No day time roosting camps were encountered in the limited area surveyed. This bat was surprisingly uncommon only 10-20 being seen flying around each evening.
	<i>Pteropus samoensis</i>	Samoan Flying Fox	Beka ni Siga	Vulnerable	A few seen flying around the forest each day
	<i>Notopteris macdonaldi</i>	Long-tailed Fruit Bat			Not recorded. This is a nocturnal cave-roosting species. No caves were visited during this preliminary survey and no landowner discussions were held to locate the whereabouts of any caves.
	<i>Emballonura semicaudata</i>	Sheath-tailed Bat	Bekabeka		Not recorded. This is a nocturnal cave-roosting species. No caves were visited during this preliminary survey and no landowner discussions were held to locate the whereabouts of any caves.

Mammals:Introduced

	<i>Rattus rattus</i>	Black Rat			6 rats were caught on 146 'corrected trap-nights', providing a standard index of 4.1 . This is a relatively low index.
	<i>Herpestes auropunctatus</i>	Mongoose			Observed
	<i>Felis domesticus</i>	Feral cat			Not captured in the live traps used.
		Feral pigs			Sign of feral pigs was observed in the forest.

3) 両生類

両生類は2種確認された。外来種の *Bufo marinus* と稀にしか観察されない小さいカエルである Fiji Tree Frog *Platymantis vitiensis* を確認した。

4) 哺乳類

在来哺乳類(Native mammals)として2種の大コウモリ(Fruit bat, Flying fox)を確認した。種名は Samoan Flying Fox *Pteropus samoensis* である。外来哺乳類(Introduced Mammals)はネズミ類として Black Rat *Rattus rattus* を捕獲した。また マングース(Mongoose, *Herpestes auropunctatus*)が観察された。野生ネコ(*Felis domesticus*)は捕獲できなかった。また野生ブタ(Feral pigs)が森林で観察された。

3-3-2 植物相調査

調査地域における植物に関する既存文献収集・整理を行い貴重種に関するデータを収集するとともに、植物相の現状調査を実施した。植物相の現状調査は、動物相の現状調査と同じ地区、すなわち調査地域内で最も広く分布する熱帯雨林(Lowland rain forest)の生態系で実施した。

(1) 植物相

フィジーの植物の90%がパプアニューギニア、また65~75%がオーストラリア北部 Queensland 州や西メラネシアの島々(ニューカレドニア、バヌアツ、ソロモン島)と同じ種で構成されている。残り10%がフィジーの固有種となっている。これらのフィジーの種子植物は、海洋を越えて種子が飛来したものであるが、約10%が台風、3%が海によって運ばれ、残り87%は鳥類(Pigeon, Dove)やコウモリによって移動したと推定されている。

フィジー全体での維管束植物の固有種割合は23%~35%と推定されるが、ヴィチレブ南部地域内のセルア州とナモン州の熱帯雨林中の生態系は、固有種の比率が60%前後と高い事で特徴付けられる。在来の椰子植物(28種)は100%固有種といわれている。

フィジーの維管束植物は、属としては約1028属で、約2530種記録されている。その内訳は、301種のシダ類と2225種の種子植物からなる。そのうち、63%(1592種)が在来種、そのさらに56%(892種)が固有種となる。残り37%(936種)が外来種で、そのうち34%(319種)が在来種に帰化したものである。公表されていないが、1980年以降に1500種を超える植物種が人為的あるいは偶然にフィジーに持ち込まれたと推定されており、この外来種には100種以上の椰子、多量のランや観葉植物、様々な雑草が含まれる。

(2) 貴重植物

ヴィチレブ南部地域には80種の維管束植物が貴重種及び絶滅危惧種として記録されている(Table 3-3-2)。これらはフィジー生物多様化戦略と計画(Fiji National Biodiversity Strategy and Action Plan (BSAP))の維管束植物種リストから抽出されたものである。これらは全て在来種で、そのうち69%(56種)がフィジーに固有の種とされている。現地調査を行ったワイバカ南、ワイソイ地区周辺には31種が記録されている。

(3) 植物相の分類

フィジーでは、地形・気候等によって特徴ある9の植物相に区分され、そのうち以下の8の植物相がヴィチレブ南部地域に分布する。

Smaller Island Vegetation (マングローブ、灌木と草)

Mangrove forest and Shrubs(On large Islands) (マングローブ林と灌木)

Table 3-3-2. Rare and endangered plants of the Viti Levu South Area

Checklist Legend:

Distribution Status (Dist/St): E=endemic; I=indigenous

Conservation Status and its Basis (CSB): CE=critically endangered; EN=endangered; TH=threatened; DD=data deficient.

TC=plant known from type collection, holotype collection and type locality only; 1L= one locality; 2L= two localities; 3L three localities; 1C=a single collection; 2C=two collections; 3C=three collections; *= inadequately known.

Location - Province: Cak= Cakaudrove; Lom=Lomaiviti; Mac=Macuata; Nad=Nadroga; Nai= Naitasiri; Nam=Namosi; Nav=Navosa; Rew=Rewa; Ser=Serua

Species	Dist/St	CSB		Locality	Province
<i>Acmopyle sahniana</i> Buchh. & N. E. Gray	E	CE		Mt. Vakarogasau, Waisoi – Korobasabasaga range	Nam
<i>Agathis macrophylla</i>	I	E		Threatened from Logging	
<i>Agrostophyllum megalurum</i> Reichenb.	I	TH	1C	Namosi Village vicinity	Nam
<i>Alyxia erythroperma</i> Gillespie	E	DD	TC	Between Naqarawai and Saliadrau- Wainikoroluva	Nam
<i>Angiopteris opaca</i> Copel.	E	TH	TC	Nadarivatu	Ba
<i>Appendicula bracteosa</i> Reichenb.	I	DD	TC	Namosi Village vicinity	Nam
<i>Asplenium induratum</i> Hook.	E	DD	1L	Mt. Voma	Nam
<i>Astronidium floribundum</i> A. C. Sm.	E	DD	TC	Mt. Korobaba upper south east slopes	Rew
<i>Astronidium pallidiflorum</i> A. C. Sm.	E	DD	TC	Hills west Waivunu creek between Galoa & Korovou	Ser
<i>Astronidium saulae</i> A. C. Sm.	E	DD	1L	Mt. Korababa south slopes	Rew
<i>Atuna elliptica</i> (Kostermans) Kostermans	E	TH	2L	Saru vicinity, Tamanua creek, Vatukarasa, Viria	Nad-Nav, Nai
<i>Balaka macrocarpa</i> Burret	E	CE	4L	Along the Nabukavesi - Namosi road.	Ser, Nam, Cak, Mac
<i>Balaka microcarpa</i> Burret	E	E	1L	Wailoku water catchment, Savura reserved forest	Nai
<i>Blechnum gibbum</i> (Labill.) Mett.	I	DD	1L	Maybe grown as an ornamental	
<i>Bulbophyllum polypodioides</i> Schltr.	I	TH	1C		
<i>Bulbophyllum samoanum</i> Schltr.	I	TH	2C	Nadarivatu vicinity & Namosi village, waisoi	Ba, Nam
<i>Bulbophyllum sessile</i> (Koen) J.J. Sm.	I	TH		Near Suva, waisoi	Rew, Nam
<i>Calophyllum amblyphyllum</i>	E	E		Waisoi	Nam
<i>Carruthersia macrantha</i> A. C. Sm.	E	TH	2C	Waisoi, Lomaivuna	Nam, Nai
<i>Casearia fissistipula</i> A. C. Sm.	E	TH	TC	Naivucini, Waisale creek junction with Wainimala river	Nai
<i>Cleistanthus micranthus</i> Croizat	E	TH	3C	Hills between Wainigere & Waisese	Ser
<i>Cleistocalyx seemanii</i> (A. Gray) Merr. & Perry var. <i>punctatus</i> Merr. & Perry	E	DD	TC	vicinity of Namosi,	Nam
<i>Coelogyne lycastoides</i>	I	DD		Waisoi	Nam
<i>Cryptocarya laucifolia</i> A. C. Sm.	E	TH	2C	Nasinu	Nai
<i>Ctenopteris vodonaivalui</i> Brownlie	E	DD	TC		Nam
<i>Ctenopteris vomaensis</i> Brownlie	E	DD	TC	Mt. Voma track	Nam
<i>Cyathea affinis</i>	I	E		Waisoi	Nam
<i>Cyathea plagiostegia</i> Copel.	E	DD	TC	Mt. Naitaradamu	Nam
<i>Cyphosperma "naboutini"</i>	E	CE		North of Naboutini village in Mahogany forest	Ser
<i>Cyrtandra cyathibracteata</i> Gillet	E	TH	TC	Matawailevu, Wainano crk- Wainimala river	Nai
<i>Dennaetia flaccida</i>	I	E		Waisoi	Nam
<i>Diospyros elliptica</i> var. <i>opaca</i> A. C. Sm.	E	DD	TC	Upper Navua River	Ser
<i>Discozalix amplifolia</i> A. C. Sm.	E	TH		Upper Wainimala	Nai
<i>Discozalix crinita</i> A. C. Sm.	E	TH	1L	Tawavulu creek, inland from Naboutini, Galoa	Ser
<i>Eleocharis ampliflorus</i> A. C. Sm.	E	TH	TC	Waibu creek, upper Waimanu river	Rew
<i>Eleocharis pittosporoides</i> A. C. Sm.	E	DD	TC	Hills east of Navua river	Nam
<i>Elaphoglossum basitruncatum</i> Brownlie	E	DD	TC		Nam
<i>Eleocharis chionanthus</i> A. C. Sm.	E	DD	TC	Hills west of Waivunu creek between Galoa & Korovou	Ser
<i>Flacourtia mollipila</i> Sleumer	E	TH	TC	Lami quarry	Rewa
<i>Flickingeria comata</i> (Bl.) A. Hawkes	I	TH	1C	Lami quarry, Suva, Waisoi	Rew, Nam
<i>Freycinetia vitiensis</i> Seem.	E	TH	4C	Mt. Voma	Nam
<i>Garmoti villosa</i> Swallen	E	DD	TC	Korobasabasaga range rock cliffs	Nam
<i>Glochidion atalotrichum</i>	E	CE	1L	Waisoi	nam
<i>Grammitis vitiensis</i> Brownlie	E	DD	TC	Mt. Voma	Nam
<i>Gulubia microcarpa</i> Essig	E	V	2L	Galoa road to Namuamua village, Raciba rd to Mt Sorolevu	Nam, Mac
<i>Heterospatha phillipsii</i> Sp. Nov. Fuller & Dowe	E	E	1L	Nakavu forest (NFMPP Reserve)	Nam
<i>Lindsaea gueriniana</i> (Gaud.) Desv.	I	DD	1L	Mt. Korobaba	Rew
<i>Lindsaea moorei</i> (Hook.) Fourn.	I	DD	1L	Mt. Korobaba	Rew
<i>Lunathyrium gillespiei</i> (Copel.) Brownlie	E	DD	1C; 1L	Stream banks in dense forest	Nam
<i>Lycopodium serratum</i> Thunb.	I	TH	1L	Waisoi – Korobasabasaga Range	Nam
<i>Malaisia scandens</i> (Lour.) Planch.	I	TH		Waidina river above Naqali	Nai
<i>Malaxis platyphila</i>	E	DD		Waisoi	Nam,
<i>Mapania parvibractea</i> (C. B. Clarke) T. Koyama	I	TH	1C	Wainadodo river	Nam
<i>Memecylon inseparatum</i> A. C. Sm.	E	DD	TC	Near Nabua Village	Nai
<i>Metroxylon vitiense</i> (H.A. Wendl.) H.A. Wendl. ex Hook.	E	V	5L	Naduruloulou, Deuba, Galoa swamps.	Nai, Ser, Nam, Cak
<i>Neovitchii storckii</i> (H.A. Wendl.) Becc.	E	E	2L	Naduna near Waidradra crk. Near Nagali village	Rew, Nai
<i>Octarrhena oberonioides</i> (Schltr.) Schltr.	I	DD	1C	Mt. Korobalevu slopes, near the Naitasiri-Rewa boundary	Nai-Rew
<i>Pandanus sonicola</i> A. C. Sm.	E	DD	TC	Bay of Islands	Rew
<i>Parkia parri</i> Horne ex Baker	E	DD	Ex	Parri's coffee plantation;	Rew, Bua
<i>Passiflora barclayi</i> (Seem) Mast.	I	TH		Nukulua Is, Levuka	Rew, Lom
<i>Peperomia namosiana</i> Yuncker	E	DD	TC	Wainabua creek near Mt. Naitaradamu	Nam
<i>Pleocnemia elagans</i> (Copel.) Holtt.	E	TH	1L	Wet lowland forest of Vanua Levu & eastern Viti Levu	Nam, Cak
<i>Pleocnemia leuzeana</i> (Gaud.) Presl	I	TH	1L		Nai
<i>Podocarpus affinis</i> Seem.	E	EN	1L	Mt. Tuvutau., Mt. Voma, Mt. Naitaradamu, near its summit, Korobasabasaga, Monasavu	Nam, Ser, Ba
<i>Pomatocalpa vaupelii</i> (Schltr.) J. J. Sm.	I	TH		Veinuqa creek, Navua tributary	Nam
<i>Psychotria bullata</i> A. C. Sm.	E	TH	3L	Veinuqa creek, Galoa	Nam, Ser
<i>Psychotria magnifica</i> (Gillespie) Forsberg	E	TH	3C	Mt. Naitaradamu; Hills north of Wainavidrau creek.;	Nam
<i>Psychotria scitula</i> A. C. Sm.	E	DD	TC	Mt. Voma	Nam
<i>Psychotria valliculata</i> A. C. Sm.	E	TH	TC	Nausori highland south slopes, Namosi creek drainage	Nad-Nam
<i>Psychotria vomensis</i> Gillespie	E	TH	3C; 1L	Mt. Voma; Mt. Naitaradamu	Nam
<i>eris vittata</i> L.	I	TH	1L	South east Viti Levu	Nam, Nai, Ser
<i>Schizaea fistulosa</i> Labill.	I	DD	1L	Mt. Vuimasia – Korobasabasaga range	Nam
<i>Schoenus achaetus</i> (T. Koyama) T. Koyama	I	CE	1C	Mt. Nabui track, Waisoi	Nam
<i>Serianthes melanesica</i> var. <i>meeboldii</i> Fosberg	E	DD	*1L	Lami	Rew
<i>Syzygium simillimum</i> Merr. & Perry	E	TH	2C	Summit Mt. Korababa	Rew
<i>Tapēinosperma babuscense</i> Mez.	E	TH	TC	Naboubuco creek headwaters, upper Wainimala	Nai
<i>Tarenna joskei</i> (Horne ex Baker) A. C. Sm.	E	TH	2C	Navesi, east of Naikorokoro creek	Rew
<i>Terminalia capitanea</i>	E	V		Waisoi	nam
<i>Tmesipteris truncata</i> (R. Br.) Desv.	I	TH	2L	Waisoi – Korobasabasaga range	Nam
<i>Zeuxine vieillardii</i> (Reichenb) Schltr.	I	TH		Veisari river	Rew

Coastal vegetation (マングローブ, 灌木と草)

Freshwater wetland Vegetation (湿地帯)

Lowland rain forest (熱帯雨林)

Upland rain forest (山地熱帯雨林)

Cloud forest (湿潤雨林)

Grassland vegetation (草原)

このうち、地域内では Lowland rain forest (熱帯雨林)が卓越する。Lowland rain forest (熱帯雨林), Upland rain forest (山地熱帯雨林), 及び Cloud forest (湿潤雨林)は、生物多様性の観点から重要である。

(4) 現地調査

12月9日から13日の5日間、動物相調査と同地域のナモン地区のワイバカ鉦徴地周辺で、植物相の現状調査として道路や小道での目視観察並びに試料の採取を行った。また調査地を代表する60m×6mの長方形内において樹高を3段階に区分して、植物種の同定と位置、樹幹高、樹冠高3m以上かつ10cm以上の胸高樹径(dbh)等の数量カウントを行った。

調査地区の植物はシダ類、裸子植物、双子葉植物、単子葉植物から構成され、外来種の12種を除いて、合計173種が認められた。調査結果の概要を Table 3-3-3 に示す。

最大の科は、単子葉植物のラン科(Orchidaceae)で全体の10%を占める。次に双子葉植物のアカネ科(Rubiaceae)が多く、全体の6%を占めている。植物は、ほぼ100%(173種)在来種で、そのうち60%(104種)が固有種、40%(69種)が土着(indigenous)の種である。固有種の比率が高く、このうち、Table 3-3-4の表に示す9種が貴重種であった。

Table 3-3-3 Classification summary of the vascular plants identified in Waivaka South

order (目)	family (科)	genus (属)	species (種)
Fern (シダ類)	12	18	29
Gymnosperms (裸子植物)	3	3	7
Dicots (双子葉植物)	41	68	106
Monocots (単子葉植物)	8	25	31
Total (計)			173

Table 3-3-4 Origin and conservation status of Waivaka South

Species (種)	Origin (起源)	Preservation Status (保全状態)	
		¹ IUCN 1997	² Others
<i>Agathis macrophylla</i>	Indigenous	Vulnerable	Vulnerable
<i>Appendicula bracteosa</i>	Indigenous		Rare, Data deficient
<i>Astronidium saulae</i>	Endemic		Rare, Data deficient
<i>Cyrtandra cyathibracteata</i>	Endemic	Threatened	Rare
<i>Elaeocarpus chionanthus</i>	Endemic		Rare, Data deficient
<i>Flickingeria comata</i>	Endemic		Rare, Data deficient
<i>Malaxisplatytila</i>	Endemic		Rare, Data deficient
<i>Pandanus sonicola</i>	Endemic		Rare, Data deficient
<i>Podocarpus affinis</i>	Endemic	Endangered	Vulnerable

¹IUCN で採択された Red List Categories に基づくもの。

²Brownlie (1977), Smith (1979-91), Doyle (1998), Tuiwawa (1999)によるリスクがある種。

(地形区分毎の生態系)

丘陵部(標高 420m)・斜面(350m)・河川部の平地(250m)で、調査を行った。丘陵部(420m)は yaka, dakua が卓越し, 斜面 (350m) は damanu(*Calophyllum*), kaudamu(*Myristica*), yasiyasi(*Cleistocalyx*, *Syzygium*), bau(*Palaquim fidjiense*, *Palaquim porphyreum*)といった植物が優勢となる。河川部の平地(250m)は kauvula(*Endospermum macrophyllum*), sa(*Parinari insularum*)といった植物で代表される。地形区分毎の特徴を以下にまとめる。

・ Site1-丘陵部(Ridge top Forest)-(標高 520m)

森林の樹冠は 5-28 m 高と変化する。樹冠は 15-27 m, 準樹冠は 9-15 m で構成され, ギャップが無いのが特徴である。平均の胸高樹径(dbh)は 20.8cm で 10-56cm と変化する。胸高樹径(dbh) 10cm 以上の樹木は 360 m²あたり合計 61 個確認された。

・ Site2-斜面部(Slope Forest Type)-(標高 350m)

森林の樹冠は 9-25 m 高と変化する。部分的に 38m にも達するケースがある。樹冠は 15-24 m, 準樹冠は 8-15 m で構成され, ギャップが無いのが特徴である。平均の胸高樹径 (dbh)は 18.2cm で 10-40cm と変化する。胸高樹径(dbh) 10cm 以上の樹木は 360 m²あたり合計 37 個確認された。

・ Site3-丘陵頂部(Ridge Top Forest Type)-(標高 265m)

森林の樹冠は 5-32 m 高と変化する。フィジーで最も高い分類になる。樹冠(17-30 m)は 準樹冠(10-17 m)と重なる。平均の胸高樹径(dbh)は 18.8cm で 10-53cm と変化する。胸高樹径(dbh) 10cm 以上の樹木は 360 m²あたり合計 56 個確認された。

・ Site4-河川平地部(Creek-flat Forest)-(標高 250m)

樹高は 25-32 m となる。3つの樹冠があり, 20-30m, 15-20m, 10-15 m (胸高樹径(dbh)10cm 以下の低い階層は分割していない。平均の胸高樹径(dbh)は 19.3cm で 10-73cm と変化する。胸高樹径(dbh) 10cm 以上の樹木は 360 m²あたり合計 23 個確認された。密度が低いのは樹高が高い樹木の存在が影響していると推察される。

3-3-3 魚類・底生生物の分析

河川における高位捕食者としてウナギ(*Eel*, *Anguilla marmorata*)を, また底生生物として淡水の二枚貝マルシジミ(Fresh water clam, *Batissa violacea*)を採取し, その体内に含まれる元素の分析を行った。

オーストラリアの ALS Environmentals 社で分析を行ったことから, フィジーからは分析試料を乾燥した状態で分析所に送付した。すなわち, ウナギについては内臓を含む全体を, 貝試料については軟体部を乾燥後, 粉碎して分析試料とした。分析元素は Ag, Al, As, Au, Ba, Be, Bi, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Hg, K, Mg, Mn, Mo, Na, Ni, P, Pb, Sb, Sr, Ti, V, W, Zn の 28 元素である。試料数はウナギが 5 試料, マルシジミが 21 試料であった。ウナギとマルシジミの元素濃度の最小値, 最大値, 中央値, 平均値を Table 3-3-5 に示した。

3-3-4 植生分布調査

光学センサ ASTER の可視センサデータを利用したシュードカラー画像の色並びにその分布から作成した植生予察図を基に, 植生区分を行った。色並びにその分布から調査地域を 5 区分し, 各区分の代表的な箇所 (10 地点) で現地調査を実施した。

(1) 画像解析

ASTER のバンド 2 により観測されるスペクトル波長域は 0.63 μm ~ 0.69 μm である。この波

Table 3-3-5. Chemical composition of eels and fresh water clams (dried samples)

unit: mg/kg

Item	population	stat.	Ca	Mg	Na	K	Fe	P	Ag	Al	As	Au	Ba	Be	Bi	Cd	Co	Cr	Cu	Hg	Mn	Mo	Ni	Pb	Sb	Sr	Ti	V	W	Zn	
Eel	5	Minimum	11,800	646	2,260	7,220	40	9,600	<0.05	51	0.27	<0.05	3.66	<0.05	<0.05	0.28	0.31	2.30	1.69	0.09	10.4	0.03	0.06	0.16	<0.05	17.00	28.1	1.25	<0.05	73.6	
		Maximum	22,500	1,180	3,030	11,100	2,890	15,500	0.06	1,250	1.39	<0.05	38.00	<0.05	<0.05	0.62	1.09	3.52	11.70	0.18	51.6	0.28	1.51	0.66	<0.05	62.70	147.0	11.00	<0.05	89.2	
		Median	20,200	1,020	2,590	9,780	475	13,700	<0.05	247	0.31	<0.05	10.50	<0.05	<0.05	0.33	0.39	2.73	3.69	0.12	14.3	0.03	0.28	0.21	<0.05	38.60	48.0	1.25	<0.05	81.1	
		Average	18,020	971	2,660	9,728	1,086	13,320	0.03	583	0.57	-	13.49	-	-	0.43	0.59	2.76	5.96	0.13	22.5	0.09	0.47	0.34	-	37.18	62.1	3.93	-	81.1	
Fresh water clam	Total	21	Minimum	1,140	430	606	777	522	5,500	<0.05	52	1.80	<0.05	1.64	<0.05	<0.05	0.71	0.89	2.41	7.75	<0.05	11.5	0.13	0.62	0.11	<0.05	3.32	17.6	1.25	<0.05	50.0
			Maximum	4,200	1,280	1,450	1,970	5,290	11,700	0.26	7,120	4.44	<0.05	15.90	<0.05	<0.05	3.55	3.57	6.67	22.20	0.15	165.0	0.40	3.51	0.58	<0.05	20.70	337.0	16.60	0.060	143.0
			Median	2,050	814	1,040	1,370	2,250	7,930	0.06	3,040	2.24	<0.05	6.16	<0.05	<0.05	1.62	1.69	3.65	11.30	0.06	87.6	0.20	1.16	0.29	<0.05	9.62	138.0	6.80	<0.05	84.8
			Average	2,099	795	1,028	1,421	2,326	8,208	0.07	2,916	2.58	-	7.22	-	-	1.78	1.91	3.92	12.49	0.07	80.9	0.22	1.51	0.29	-	9.17	130.3	6.66	0.031	85.3
	(Rewa)	7	Minimum	1,740	796	843	1,140	2,550	5,500	<0.05	3,040	1.80	<0.05	9.73	<0.05	<0.05	0.82	1.44	3.86	12.80	0.03	75.7	0.18	1.57	0.29	<0.05	8.29	128.0	7.20	<0.05	78.0
			Maximum	4,200	1,100	1,110	1,520	3,790	7,930	0.08	4,880	3.31	<0.05	15.90	0.05	<0.05	2.82	3.57	6.67	22.20	0.10	165.0	0.34	3.51	0.46	<0.05	20.70	194.0	10.90	0.060	108.0
			Median	2,430	953	1,040	1,250	2,980	6,720	0.07	4,120	2.22	<0.05	11.60	<0.05	<0.05	1.85	2.06	4.77	14.50	0.06	93.9	0.21	2.28	0.36	<0.05	11.30	152.0	9.10	<0.05	90.3
			Average	2,631	927	981	1,291	3,159	6,676	0.07	4,013	2.30	-	12.53	-	-	1.92	2.17	4.99	16.41	0.06	105.6	0.24	2.32	0.37	-	12.61	163.3	9.04	0.039	90.6
	(Coastal)	3	Minimum	1,460	430	941	874	522	7,370	0.06	52	2.22	<0.05	1.64	<0.05	<0.05	1.79	2.51	2.41	8.43	0.10	11.5	0.20	0.62	0.19	<0.05	3.32	17.6	1.25	<0.05	97.9
			Maximum	1,640	616	1,130	1,100	3,050	9,460	0.07	2,810	3.75	<0.05	3.78	<0.05	<0.05	3.44	2.88	3.42	11.30	0.13	53.7	0.21	0.72	0.33	<0.05	4.62	190.0	8.60	<0.05	124.0
			Median	1,610	443	1,000	1,090	1,310	8,910	0.06	494	2.81	<0.05	1.79	<0.05	<0.05	2.48	2.66	2.48	10.50	0.11	17.5	0.21	0.70	0.26	<0.05	3.75	45.2	1.25	<0.05	109.0
			Average	1,570	496	1,024	1,021	1,627	8,580	0.06	1,119	2.93	-	2.40	-	-	2.57	2.68	2.77	10.08	0.11	27.6	0.21	0.68	0.26	-	3.90	84.3	3.70	-	110.3
	(Navua)	2	Minimum	2,050	450	1,290	777	762	6,790	0.05	128	1.96	<0.05	2.59	<0.05	<0.05	3.01	2.83	2.52	10.40	0.13	30.8	0.30	0.79	0.11	<0.05	4.56	17.9	16.60	<0.05	107.0
			Maximum	2,160	1,280	1,450	1,620	5,290	7,280	0.07	7,120	2.57	<0.05	9.29	<0.05	<0.05	3.55	3.32	6.31	17.50	0.15	128.0	0.40	2.94	0.58	<0.05	9.84	337.0	16.60	<0.05	143.0
			Average	2,105	865	1,370	1,199	3,026	7,035	0.06	3,624	2.27	-	5.94	-	-	3.28	3.08	4.42	13.95	0.14	79.4	0.35	1.87	0.35	-	7.20	177.5	16.60	-	125.0
	(Sigatoka)	9	Minimum	1,140	620	606	1,310	1,140	7,600	<0.05	1,510	1.83	<0.05	3.46	<0.05	<0.05	0.71	0.89	2.73	7.75	<0.05	54.0	0.13	0.82	0.14	<0.05	5.41	70.6	3.40	<0.05	50.0
Maximum			2,720	955	1,320	1,970	2,580	11,700	0.26	3,730	4.44	<0.05	6.75	<0.05	<0.05	1.95	1.49	4.69	12.70	0.07	107.0	0.29	1.35	0.39	<0.05	12.10	157.0	7.90	0.060	78.8	
Median			1,820	790	1,070	1,660	1,890	9,710	<0.05	2,690	2.40	<0.05	5.39	<0.05	<0.05	0.98	1.15	3.17	10.40	0.06	66.7	0.16	1.10	0.21	<0.05	8.41	107.0	5.80	<0.05	63.1	
Average			1,859	777	989	1,704	1,756	9,537	0.07	2,504	2.76	-	4.97	-	-	1.08	1.18	3.36	9.92	0.05	79.7	0.18	1.07	0.23	-	8.69	109.6	5.30	0.029	63.9	

(LOR: Ca Mg Na K Fe:5mg/kg, P:50mg/kg, Al:2.5mg/kg, Ti:0.1mg/kg, V:2.5mg/kg, Other elements:0.05mg/kg)

(All Assay Results are shown by mg/kg)

長域は、植生分布の違いをよく反映する領域であることが知られている。植生分布状況を区分するために、ASTER データからナチュラルカラー画像(BGR=321)、フォールスカラー画像(BGR=123)及びバンド2のシュードカラーの3種類の画像セットを作成した。

なお、本調査範囲において、部分的にASTERの未観測領域が存在していたため、JERS-1/OPSデータを利用して調査範囲全域をカバーするようモザイク処理を行った。解析に利用したASTERデータのグラニューールIDおよびJERS-1/OPSのパス・ロウはTable 3-3-6の通りである。

Table 3-3-6 Satellite images for interpretation

Sensor	Granule ID	Level	Acquisition Date
ASTER	ASTL1A_0011072243420011230304B	Level 1B	2000.11.07
ASTER	ASTL1A_0101102242300101210621B	Level 1B	2001.01.10
ASTER	ASTL1A_0011072243510011230305B	Level 1B	2000.11.07
ASTER	ASTL1A_0101102242380101210622B	Level 1B	2001.01.10
JERS-1/OPS	Path632/ Row330	Level 2	1993.11.19
JERS-1/OPS	Path632/ Row330	Level 2	1993.11.19

バンド2のシュードカラー画像では、調査範囲の色調は、①赤紫色領域、②赤紫～紺色領域、③青色領域、④緑～黄色領域および⑤白色領域のように、おおきく5区分が可能であった。各領域の画像判読による植生分布の推定結果についてTable 3-3-7及びFig. 3-3-1に示した。

Table 3-3-7 Interpretation of vegetation

Area	Remarks
Red purple	Upland rain forest, cloud forest, lowland rain forest
Red purple -Dark blue	Lowland rain forest
Blue	Middle density forest
Yellow -Green	Grassland vegetation, freshwater wetland vegetation, cultivated land
White	Cloud

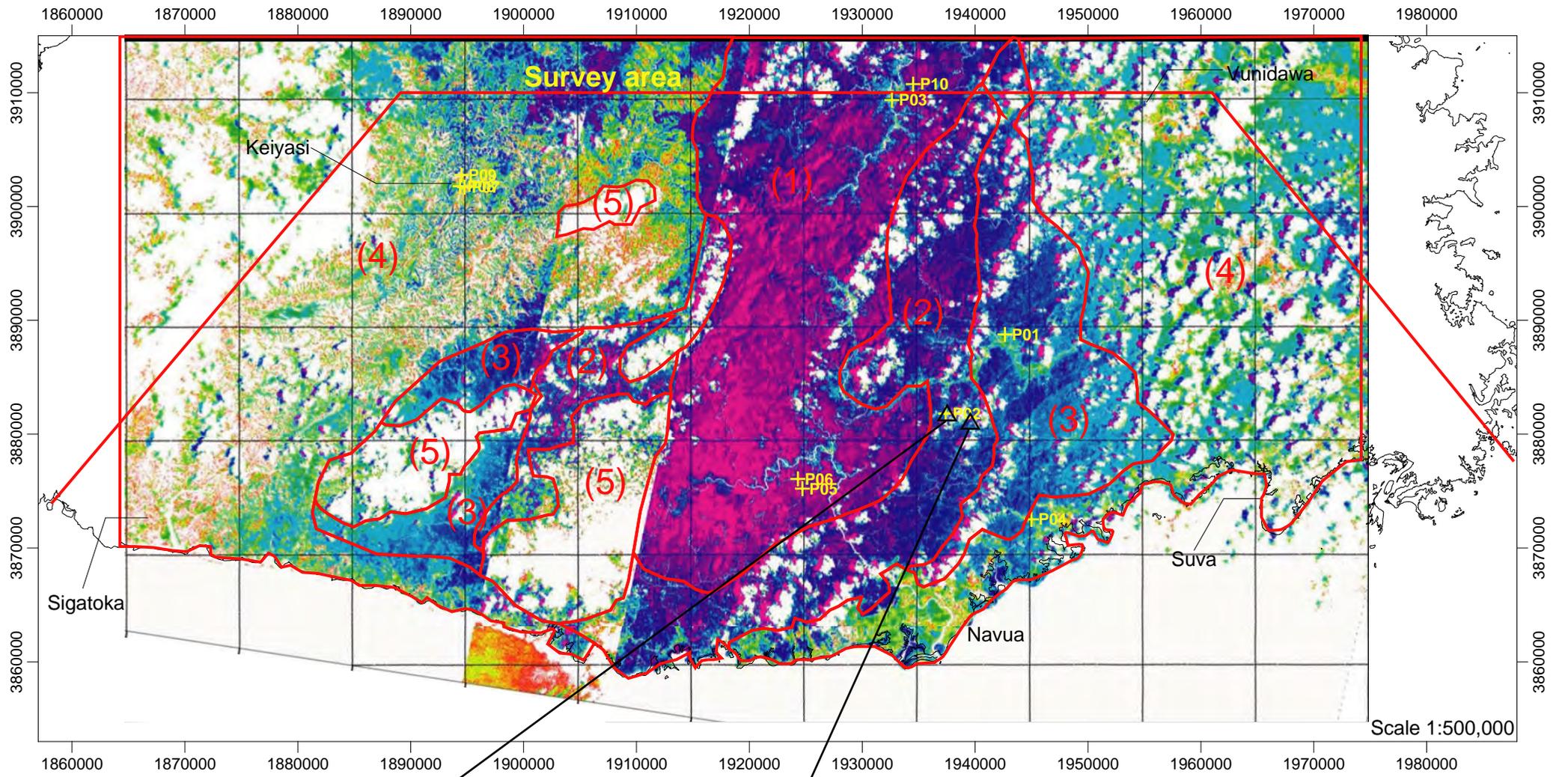
赤紫色領域は高所山岳地帯に分布しており、山地熱帯雨林や湿潤雨林または熱帯雨林の一部に対応する。赤紫～紺色領域は、山岳中腹域に分布しており、高～中密度の熱帯雨林と推定された。青色領域はやや密度の低い森林と推定された。黄色～緑領域は、特徴的に河川沿いに分布する草原、耕地、湿地帯と推定された。一方、白色領域は雲の領域と推定された。

(2) 現地調査

グラントルースの結果をTable 3-3-8に示した。グラントルースでは、現地調査前にASTERデータの画像判読から推定した植生分布と現地の植生分布が良好に一致していることが判った。このことから、ASTERのシュードカラー画像によって作成した植生分類図が、実際の植生分布状況を良く反映していると判断された。

Table 3-3-8 Result of vegetation ground truth

Location	X(Easting)	Y(Northing)	Date	Aster image(pseudo)	Vegetation	Humidity	Soil or geology	Memo
P01	1942643	3888761	2002/10/8	blue, yellow ~ green	few	wet	laterite	Flat plain along a river, low grass and some woods, and farm
P02	1937387	3881807	2002/12/6	red, blue	thick	wet	laterite	Along a road, low grass and tropical rain forest beside Wainikatama Camp
P03	1932631	3909348	2002/10/4	blue (yellow ~ green)	middle	middle	?	From a road along a river, low grass and riverside bush
P04	1944990	3872515	2002/12/6	blue	middle	wet	laterite	Along Namosi Road, low grass and tropical rain forest
P05	1924700	3875215	2002/10/22	dark red	thick	middle	laterite	reclaimed area, tropical rain forest
P06	1924300	3876070	2002/10/22	red	thick	middle	laterite	Tropical rain forest along a road
P07	1894773	3901693	2002/11/18	yellow, white	few	dry	yellow-brown soil	Farm inside a village, farm plants and low grass and dried soil
P08	1894376	3901772	2002/11/18	blue	middle	dry	yellow-brown soil	Small woods beside a village, without short grass
P09	1894498	3902764	2002/11/18	white	few	dry	yellow-brown soil	Grass land, dried soil is exposed in some places
P10	1934511	3910748	2002/9/24	red	thick	wet	?	Tropical rain forest along a road



Pink-billed Parrotfinch
(*Enythrura kleinschmidti*)



Fotified skin
(*Emoia mokosariniveikan*)

- (1) Upland rain forest, Cloud forest
Lowland rain forest
- (2) Lowland rain forest (dense)
- (3) Lowland rain forest (slightly thin)
- (4) Grassland vegetation, Cultivated land
Fresh water wetland
- (5) Cloud

Fig.3-3-1. Satellite Image and vegetation distribution

Classified by Aster Band 2 satellite image

3-4 土壌バクテリア調査

調査地域内で今後開発が期待される金属鉱山において、将来微生物を用いたバクテリアリーチング及び生物学的坑廃水処理に適用可能な微生物を獲得できる可能性があるかを検討するため、ナモシ地区内の5地点において土壌サンプリングを行い、有用微生物の一次スクリーニングを実施した。

Table 3-4-1 Characteristics of the soil samples for bacteria

Sampling point	Characteristics of soil	Note
A	Brown gray silt-clay (wet)	Waisoi-Wainitotoyeyueu river junction
B	Light brown silt-clay (dry)	Waisoi-Wainitotoyeyueu river junction
C	Brown gray silt-clay (wet)	Waivaka-Wainavuga river junction
D	Brown gray silt-clay (wet)	Near Wainavuga drilling site (in water)
E	Brown silt-clay (dry)	Near Wainavuga drilling site

Remark: Colors of the soil surfaces were changed into red-brown in sample A, CD.

対象とした微生物は以下の通りである。

1) バクテリアリーチングに適用可能な微生物

鉄酸化細菌(Iron-oxidizing bacteria - *Thiobacillus ferroxidans*)

イオウ酸化細菌(Sulfate-reducing bacteria - *Thiobacillus thiooxidans*)

2) 坑廃水処理に適用可能な微生物

鉄酸化細菌(Iron-oxidizing bacteria)

硫酸還元菌(Sulfate-reducing bacteria)

重金属耐性糸状菌(Heavy-metal resistant filamentous fungi)

重金属耐性酵母類(Heavy-metal resistant yeast)

(1) 微生物試料採取と培養方法

スクリーニング培地の種類を Table 3-4-2 に示す。

Table 3-4-2 Types of the culture mediums for screening

Target microorganisms	Name of the culture medium for screening	Culture medium	Culture temp. (°C)
①Sulfate-reducing bacteria	B	High agar	20
②Sulfur-oxidizing bacteria	Wakaman-Starkey	Liquid	30
③Iron-oxidizing bacteria	9K	Liquid	30
④Heavy-metal resistant filamentous fungi	Czapek-Dox	Semifluid agar	20
⑤Heavy-metal resistant yeast	Czapek-Dox	Semifluid agar	20

なお、微生物の pH 及び重金属耐性を検討するため、Table 3-4-3 に示す培地条件を設定し一次スクリーニングをおこなった。

Table 3-4-3 Condition of the culture mediums

Culture condition	Items	Condition of pH and added heavy-metal						Number of sampling points	Total number of test samples
		pH				Heavy metal			
		2.0	5.0	6.0	7.0	Cu	Pb		
Target micro-organism	①Sulfate-reducing bacteria		○		○	○	○	5	20
	②Sulfur-oxidizing bacteria	○		○				5	10
	③Iron-oxidizing bacteria	○		○				5	10
	④Heavy-metal resistant filamentous fungi	○		○		○	○	5	20
	⑤Heavy-metal resistant yeast	○		○		○	○	5	20

Remark1: “-” in the table means without adding heavy metal.

Remark2: Cu and Pb were added up to 1mg/L in consideration of background content.

Remark3: Screening were executed only under the condition of “○” in the table.

(2) 調査結果

1) 硫酸還元菌

今回実施した試料からは、硫酸還元菌の増殖は認められなかった。

2) イオウ酸化細菌 (Table 3-4-4)

イオウ酸化細菌を選択的に増殖させる培地中には、いずれの地点からも微生物細胞が認められた。また、pH2での培養条件の方がより多くの微生物が観察される傾向にあった。特に、地点Dでは他の地点に比較し一桁多い微生物が確認された。

従来のバクテリアリーチング技術では、イオウ酸化細菌のように低pH条件でも生育でき、かつ増殖に伴って硫酸イオンを生成する微生物を利用することが多い。当該鉱山周辺の土壤中から、同様の機能を有すると考えられる微生物が一次スクリーニングされたことは、将来当該鉱山開発周辺地域の微生物を利用してバクテリアリーチングが実施できる可能性があることを示唆する。

Table 3-4-4 Result of screening sulfur-oxidizing bacteria

Condition of culture mediums	No. of culture mediums	Sampling point	Results of screening (unit: cell/ml) *	Note
pH2	25	A	1.70 x 10 ⁶	
	26	B	1.91 x 10 ⁶	
	27	C	1.27 x 10 ⁶	
	28	D	3.19 x 10 ⁷	
	29	E	2.10 x 10 ⁵	
pH6	31	A	4.20 x 10 ⁵	
	32	B	1.70 x 10 ⁵	
	33	C	8.00 x 10 ⁴	
	34	D	6.00 x 10 ⁵	
	35	E	2.30 x 10 ⁵	

*Remarks: The number of microorganisms multiplied in 1ml liquid culture mediums.

3) 鉄酸化細菌 (Table 3-4-5)

pH2の条件下で、地点A、C及びDで培地1mlあたり2~8×10⁴細胞の微生物細胞が確認され、培地の色調も黄褐色に変色していたことから、これら培地中で鉄酸化細菌が増殖し、それに伴って水酸化鉄が生成されたと考えられた。当該鉱山周辺において、鉄酸化が一次スクリーニングされたことは鉄酸化細菌を利用した坑廃水処理への適用可能性があることを示唆している。

Table 3-4-5 Result of screening iron-oxidizing bacteria

Condition of culture mediums	No. of culture mediums	Sampling point	Results of screening (unit: cell/ml) *1	Color of the culture mediums (precipitation, (ml))
PH2	37	A	2.00 x 10 ⁴	Weak yellowish-brown (0.1)
	38	B	-	No change (0.2)
	39	C	4.00 x 10 ⁴	Light yellowish-brown (0.5)
	40	D	8.00 x 10 ⁴	Light yellowish-brown (0.6)
	41	E	-	Weak yellowish-brown (0.2)
PH6	43	A	-	Strong yellowish-brown (1.2)
	44	B	-	Strong yellowish-brown (0.9)
	45	C	-	Strong yellowish-brown (1.4)
	46	D	-	Strong yellowish-brown (1.3)
	47	E	-	Strong yellowish-brown (1.3)

Remark*1: The number of microorganisms identified in 1ml liquid culture mediums.

Remark 2: “-” in the table means no detected microorganism cells.

4) pH及び重金属耐性糸状菌と酵母類 (Table 3-4-6, Table 3-4-7)

Cu及びPbを添加した培地で糸状菌や酵母類の増殖が認められた。これら微生物群の金属吸着能力の有無については明らかではないが、少なくとも、重金属耐性微生物は生息してい

る。これらの微生物群が、実際のバクテリアリーチングや坑廃水処理に適用できるかは、耐pH性・耐重金属性・重金属吸着性・より低栄養源環境での増殖可能性等に関する詳細な実験を実施する必要がある。

Table 3-4-6 Result of screening heavy-metal-resistant filamentous fungi

Condition of culture mediums	No. of culture mediums	Sampling point	Results of screening	Note
pH2	51	A	-	
	52	B	-	
	53	C	-	
	54	D	-	
	55	E	-	
pH6	57	A	+++	
	58	B	+	Many bacteria mixing
	59	C	-	
	60	D	-	
	61	E	+	
Add Cu (pH7)	63	A	+	
	64	B	+	
	65	C	-	
	66	D	-	
	67	E	+	
Add Pb (pH7)	69	A	-	
	70	B	++	Many bacteria mixing
	71	C	-	
	72	D	-	
	73	E	++	Many bacteria mixing

Remark1: + : Few hyphas of filamentous fungi

++ : Some hyphas of filamentous fungi

+++ : Many hyphas of filamentous fungi

Remark2: “-“ in the table means no detected filamentous fungi.

Table 3-4-7 Result of screening heavy-metal-resistant yeast

Condition of culture mediums	No. of culture mediums	Sampling point	Results of screening (unit: cells/ml)*1	Note
pH2	Y51	A	-	
	Y52	B	-	
	Y53	C	-	
	Y54	D	-	
	Y55	E	1.34×10^7	
pH6	Y57	A	4.00×10^4	
	Y58	B	-	
	Y59	C	-	
	Y60	D	-	
	Y61	E	-	
Add Cu (pH7)	Y63	A	-	
	Y64	B	-	
	Y65	C	4.00×10^4	
	Y66	D	-	
	Y67	E	-	
Add Pb (pH7)	Y69	A	-	
	Y70	B	-	
	Y71	C	-	
	Y72	D	-	
	Y73	E	2.00×10^4	

Remark*1: The number of cells multiplied in 5ml semi-fluid high culture mediums.

Remark2: “-“ in the table means no detected yeast cells.

3-5 考古学調査

フィジー国内における文化的遺産の認定、調査及び保護に関する法規制は以下の2法規がある。

Preservation of Objects of Archaeological and Palaeontological Interest Act

National Trust for Fiji Act and Amendment ACT

最初の「Preservation of Objects of Archaeological and Palaeontological Interest Act」に拠る考古学関係の調査、保護及び管理はフィジー博物館が関与している。

調査対象地域の史跡文化財に関して、FIJI 博物館考古学部に保存されている文献、データベース及び口述歴史伝承をもとに既知の文化財の名称・位置・タイプ・特徴等をまとめた。

調査地域内には既知の史跡文化財が 213 件分布しており (Fig.3-5-1), Lapita(約 3000 年以前の人類定住遺跡)と呼ばれる定住遺跡から後期有史時代以前(約 1000 年程度前)並びに後期有史時代の要塞や集落遺跡まで分布し、長い間人類が移動、定住していた痕跡を留めている。これらはその特徴から以下の 12 のタイプに区分できる。

stratified site(層状遺跡, 海岸沿いの砂浜や砂丘に分布する)

stone flaking floor site(鉍山跡の Flint 岩片を利用した住居床遺跡)

grave(墓)

lapita(約 3000 年以前の人類定住遺跡)

naga(岩壁の囲い遺跡)

yavu(家屋基礎盛土遺跡)

cave/rock shelter(洞窟/岩の避難所)

agricultural(農業遺跡)

koromakawa(集落遺跡)

complex(岩の避難所と他の遺跡との複合遺跡)

hill fort(丘陵地の要塞遺跡)

ring ditch(低地帯の円形の環濠遺跡)

unknown(詳細は不明な遺跡)

地区(5 万分の 1 地形図)ごとのタイプ別史跡文化財数を Table 3-5-1 に示す。各地区の考古学的文化史跡の特徴は以下の通りとなる。

1) シンガトカ

河川谷から河口の平地部並びに丘陵部からなり、人類の定置に関する長期間の痕跡が残っており、Sigatoka 砂丘に分布する有史以前の lapita や丘陵部の hill fort, ring ditch といった要塞・環濠遺跡が多く分布する。また石灰岩の分布域では cave/rock shelter といった洞窟に関する遺跡もある。Cave からは土器や貝等が出土している。

2) コロレブ

文化的史跡が、海岸沿いとその周辺の山間部に位置している。海岸近くに ring ditch が多い。

3) ナブア

当地域は平野部と峻しい山間部からなり、多くの文化的史跡は平野や河川近傍に分布する。主に ring ditch に代表される環濠遺跡からなる。

4) スバ

当地域は広く平野が分布し、また丘陵海岸地形が分布している。平野部には ring ditch が

非常に集中して分布している。また、第二次世界大戦期の塹壕や病院跡、地下壕といった 13 の遺跡が Suva Harbour の東岸部に分布している。

5) ケイヤシ

主に有史以前の naga, koromakawa, stone flaking floor site といった集落遺跡並びに hill fort, ring ditch といった要塞・環濠遺跡からなる。

6) ナモシ

当地域は急峻な高原と山地である上に、熱帯性の森林で覆われた地域であるため調査が困難な地域である。cave/rock shelter, 2 hill forts, 3 ring ditches, 3 complex sites, 2 yavu, 5 agricultural sites と 25 もの詳細不明な遺跡が記録されている。

7) ナウソリ

当地域は平野部と丘陵部が混ざった地形で特徴付けられ、農業地帯となっている。平野部に ring ditch が集中している。

Table 3-5-1 Summary of archaeological sites

Site Type	Sigatoka	Korolevu	Navua	Suva	Keiyasi	Namosi	Nausori	Total
Stratified site			1					1
Stone flaking floor site					1			1
Grave		1						1
Lapita	2							2
Naga site					4			4
Yavu				3		2	1	6
Cave/rock shelter	3		2	1		1	1	8
Agricultural site	1					5	2	8
Koromakawa	3	3			5			11
Complex				3	8	3	2	16
Hill fort	4	1	3		3	2	4	17
Ring ditch	2	5	3	11	5	3	23	52
Unknown	4	4	10	7	20	25	16	86
Total	19	14	19	25	46	41	49	213

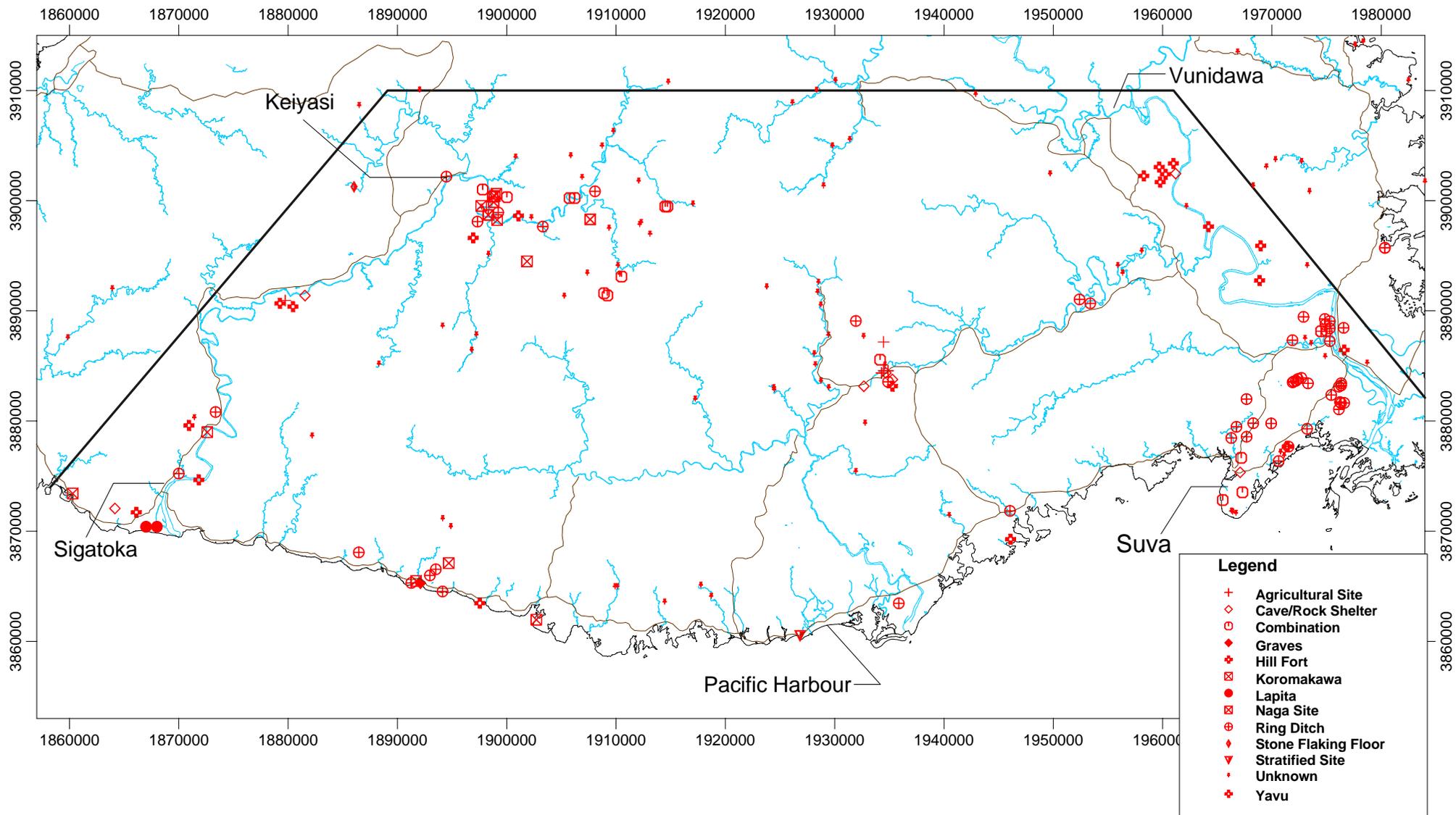


Fig.3-5-1. Location of the archaeological sites

(1:500,000)

第4章 結論及び将来への提言

4-1 結論

(1) 水文調査

水文調査は、乾季及び雨季において、レワ川、ナブア川、シンガトカ川及び海岸河川の4河川水系を対象に、合計80地点、88試料について、河川流量の測定、水質測定、水質分析を行った。

河川水の性質は、一般の河川に見られるように、pHは中性で、陽イオンは主にCaが、陰イオンはHCO₃に富む組成を示している。このようなアルカリ土類炭酸塩の水質を持つ水は不圧地下水循環性の地表水として考えられている。本調査地域の河川水の成分濃度は、一般的に知られている世界の河川水成分とほぼ同様の特性を示す。

地表水の主要溶存成分であるK・Ca・Mg・HCO₃・CO₃・SO₄・Clなどの濃度や成分比は、水系によって僅かに性質が異なる。4河川水系ともに陰イオンはHCO₃が卓越するが、陽イオンについては、シンガトカ川ではCaが卓越している。他の河川では陽イオンの差はあまり見られない。主要成分の総濃度はSigatoka川が他の3河川に比べ高濃度であり、これが電気伝導度やpHを高めている要因であると思われる。シンガトカ川のCa濃度及びHCO₃濃度が高い原因は石灰岩などの堆積岩の影響を反映していると考えられる。

電気伝導度、主要溶存成分(TDS, Na, Mg, HCO₃, Cl)は、乾季に比べ雨季の方が低い値を示す。このことは、雨季の降水量が多い時期に河川水量の増加に伴って、これらの溶存主要成分が希釈されたと考えられる。一方、流量、濁度、一部の微量成分(Cr, Zn, Al, As)は、逆に、乾季に比べ雨季の方が高い値を示す。雨季の微量成分の濃度増加は、これらの成分が河川水の増加による希釈効果を受けておらず他の要因によって規制されていることを意味する。

水質をオーストラリアの飲料水の基準(ADWG)に規定されている値と比較してみると、Se・Ni・Pb・Fe・Al・As・Crが基準より多く含まれる地点が見られた。これらの元素は、乾季より雨季の濃度の方が高い。

気象観測装置をナモシ村小学校内に設置し、気象観測を行うとともに、フィジー政府気象省により観測されている過去5年間の気象データをとりまとめた。

(2) 河床堆積物調査

河床堆積物調査は、調査地域内の1717地点から1845試料の河床堆積物を採取し、29元素について化学分析を実施した。また分析結果を使用して、地化学図を作成し、さらに多変量解析の主成分分析を実施した。各水系の河床堆積物元素含有量の特徴を以下にまとめた。

主要造岩元素であるAl・Ca・K・Na・Mg・Pは、主として各地質帯に分布する岩石の平均的な含有量を反映していると考えられる。このうちCa・Na・Mgは地域の北西側で高い傾向がある。Ca・Mgはシンガトカ川の中流が特徴的に高く、これは流域に炭酸塩岩が分布することによる。Ba・Cr・Vも地質帯を反映する元素と考えられ、このうちCrは地域東側のベラタ層群の分布域で特徴的に高い。Ag・As・Au・Cd・Cu・Hg・Mo・Pb・S・Sb・Znは一般に鉱化作用に伴われる元素である。このうちAg・As・Hgは調査地域内に散点的に濃度の高い地点が分布する。Auが高い地点はナモシ地区の大規模鉱化帯とその南の金鉱徴地周辺に集中するほか、調査地域内に散点的に見られる。Cuの濃度は特にナモシ地区の大規模鉱徴地周辺で高い。Mo・Pb・Znはナモシ周辺でCuの高濃度帯を取り囲むように濃度が高い。Moの異常はWainaleka鉱徴地の東

にも認められ、ここにはポーフィリー型とされる鉱徴地(Echo Creek)が知られている。

主成分分析については、第1～第3主成分まで検討した。第1主成分は、正が有色鉱物・不透明鉱物、負が無色鉱物を構成する元素が寄与する。第2主成分は、おおよそ正が堆積岩・火山砕屑岩・火山岩、負が貫入岩などの地質から影響を受けている。第3主成分はポーフィリー型から熱水性鉱化作用に影響を受けた成分であると考えられ、高得点が得られた地区と既存の鉱徴地分布はよい一致を示した。

(3) 動・植物相調査

動・植物相調査は、動物相調査、魚類・底生生物の採取と化学分析、植物相調査、植生分布調査を行った。

調査地域の動物相は、鳥類を主体とする合計84種の動物からなる。熱帯雨林地域での現地調査では、世界的貴重種とされている Pink-billed Parrotfinch を含む34種の鳥類が確認され、鳥類に関する生物多様性はほぼ維持されている。爬虫類の中で Vanua Levu 島でのみ確認された Skink の1種である *Emoia mokosariniveikau* が見出された。

調査地域の植物相は、地形・気候等によって特徴ある8の生態系に区分される。広く分布する生態系は Lowland rain forest(熱帯雨林)で、内陸山間部には Upland rain forest や Cloud forest といった保護すべき生態系も分布する。熱帯雨林地域である Viti Levu 南部地域には、維管束植物の貴重種及び絶滅危惧種は合計80種分布する。熱帯雨林の現地調査では、植物はほぼ100%(173種)在来種で、そのうち60%(104種)が固有種で、固有種の比率が高い。*Agathis macrophylla - dakua* や着生ランなどの9種の貴重種等が分布する。

魚類・底生生物に関する調査は、人々が捕食する代表的なウナギと二枚貝のマルシジミを26試料採取し、化学分析を行った。

衛星光学センサ ASTER のシュードカラー画像の判読によって、調査地域の植生分布はおおきく4区分できた。画像判読による植生分布は現地の植物相と良好に一致していた。

(4) 土壌バクテリア調査

土壌バクテリア調査は、ナモシ地区の5地点において土壌サンプリングを行い、いくつかの培地条件を決め、有用微生物の選択的培養を実施した。今回採取した一部の試料においてイオウ酸化細菌、鉄酸化細菌、重金属耐性糸状菌、重金属耐性酵母菌と同様の機能を有すると考えられる微生物が検出された。現地において、バクテリアリーチングや坑廃水処理に適用可能な微生物が潜在的に生息している可能性があることが明らかとなった。

(5) 考古学調査

考古学調査の結果、調査地域には初期の Lapita(約3000年以前の人類定住遺跡)と呼ばれる定住遺跡から後期有史時代以前(約1000年程度前)並びに後期有史時代の213件の史跡文化財が分布している。遺跡は、平野部とその近傍の丘陵、川の近くに多く認められる。主要な遺跡は ring ditch, hill fort と呼ばれる環濠・要塞遺跡, koromakawa, naga, yavu と呼ばれる集落や定住遺跡である。

4-2 将来への提言

2年間にわたる環境基礎調査によって、ヴィチレブ南部地域の河川水質・水量、気象、河床堆積物、動植物、土壌細菌及び考古学に関する環境基礎データを取得・整理した。調査目的は、自然環境分野に関するバックグラウンドデータを今後の開発案件における基礎資料として取りまとめることにあった。将来的に、この地域の環境負荷の増加を見積もり、監視を行っていくためには、継続して環境基礎データを取得することが重要である。このことから、以下の2つを提言する。

(1) 水文調査

乾季及び雨季の2回にわたって河川水の流量及び水質についてバックグラウンドデータを取得・整理し、微量元素、特に重金属について、河川水量との関係を指摘した。これらの元素について降水量及び河川流量との関係をさらに把握するために、1年間に4回程度のバックグラウンドデータを取得しておくことが望ましい。

(2) 魚類・底棲生物

バックグラウンドデータの取得・整理という観点から、対象魚類・底棲生物の種類及び個体数を増やして調査を行うことが望ましい。