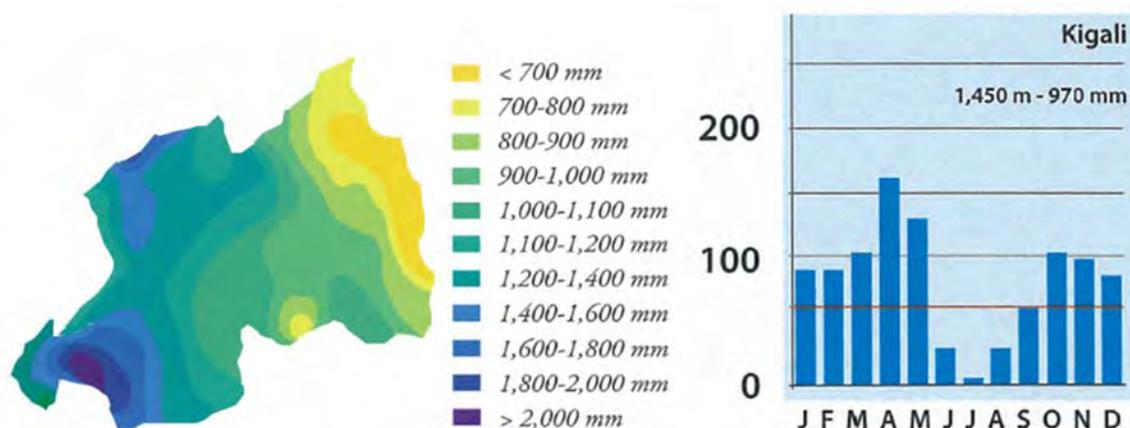


## 4-5 ルワンダの自然環境と保護区

### 4-5-1 ルワンダの気候

#### (1) 降雨

概ね、ルワンダは東から西方向に降雨量が増える。西端は降水量が多く、特に、アフリカ地溝帯の中心にもあたる Nyungwe 国立公園の西側、火山地域の西側 (Karisimbi) 地域では年間平均降水量が 2,000 mm を上回る。ほとんどの年で 11 月から 4 月は最も湿度が高い季節となり、1,2 月(短期乾季)は湿度がやや低く、6,7,8 月(長期乾季)は本格的な乾燥期にあたる (図 4-2.1)。



[出所] Birds in Rwanda (RDB,2010)

図 4-5.1 ルワンダの年平均降水量と月平均降水量

#### (2) 気温

中央台地では平均気温は 18~20℃である。東側の低地盆地ではいくらか温かく、平均気温は 20~22℃である。月平均気温の変化は 1~2℃を上回ることはなく、最も気温の低い季節は 4~8 月の間で、7 月が最も寒冷な月になることが多い。

### 4-5-2 森林資源

ルワンダの森林資源は 4 つのカテゴリーに区分できる。①Congo Nile Ridge の自然林である Nyungwe 国立公園の Gishwati と Mukura、②Volcanoes 国立公園の自然林、③Akagera 国立公園のサバンナと拋水林、Bugesera, Gisaka, Umutara の残存林、外来種植林地や農地、水路沿いに散在する林である。

### 4-5-3 水・湿地資源

ルワンダは二つの分水盆地(Congo 盆地、Nile 盆地)より成り立っている。そして、多くの河川、湖沼そしてこれらにつながった湿地が国土内の水系を形成している。2008 年の調査では、水面積合計が 278,536ha で国土面積の 10.6%を占める 860 もの湿地帯、更に、149,487 ha の水面積となる 101 の湖、総延長 6,462 km になる河川がリスト化された。

#### 4-5-4 保護区

豊富な生物多様性は主に保護区（3箇所）の国立公園、自然林、湿地帯）によって保全されている。保護区は人口密度の高い地域を除く、国土のおよそ 10%を占めている。

##### (1) The Volcanoes 国立公園

Volcanoes 国立公園（図 4-1.2）には全世界のマウンテンゴリラ（*Gorilla gorilla beringei*）の 30%が生息している。また、Golden monkey（*Cercopithecus mitis kandti*）、ゾウ、バファローを含む 115 種の哺乳類、187 種の鳥類、27 種の両生・は虫類、33 種の節足動物が生息している。

その中には CITES により絶滅危惧種となっている *Rana anolensis*、*Chameleo rudi*、*Leptosiaphos grauer* などが含まれている。

##### (2) The Volcanoes 国立公園

Nyungwe 国立公園（図 4-1.2）には 75 種の哺乳類が生息し、その中には、IUCN のレッドリストに記載されている東チンパンジー（*Pan troglodytes schweinfurthii*）、Owl-faced Guenons（*Cercopithecus hamlyni*）、Angolan Colobus monkey（*Colobus angolensis ruwenzorii*）などの 13 種が含まれている。また、本国立公園はアフリカにおける重要な鳥類の生息地でもあり、Albertine 地溝帯の 25 種の固有種をふくむ 285 種の鳥類が生息している。

##### (3) Akagera 国立公園

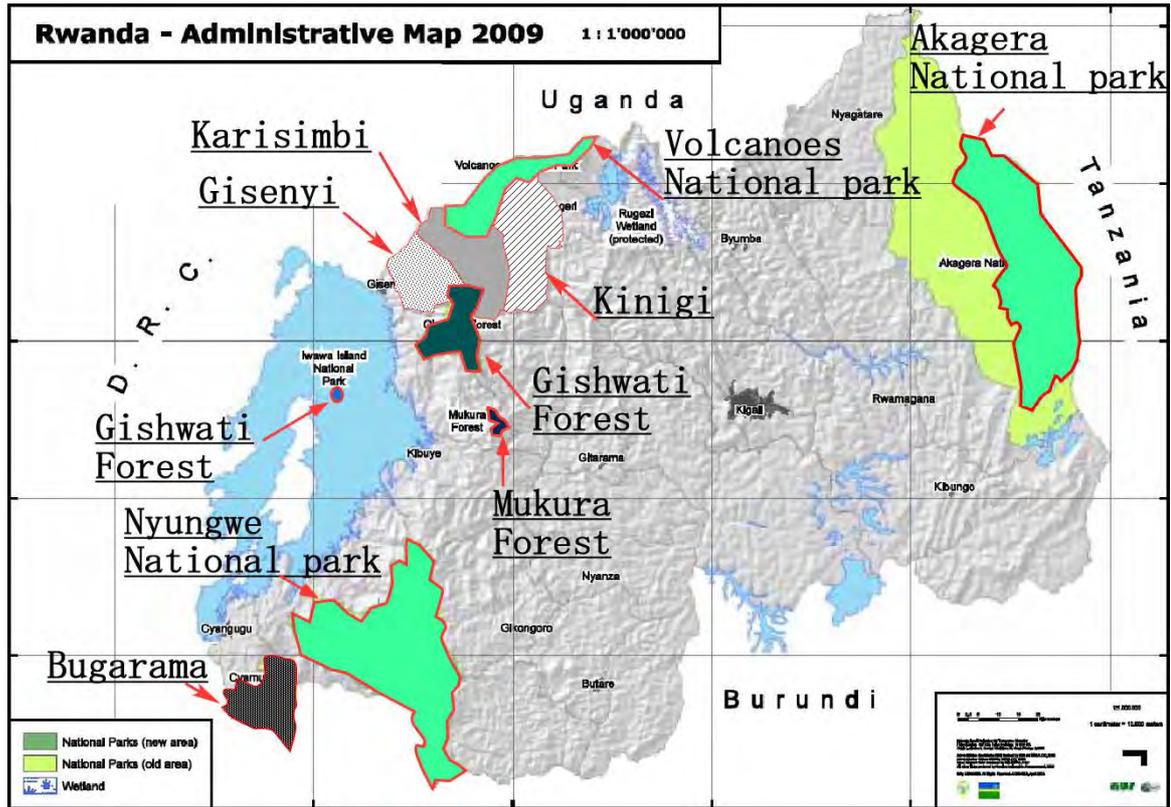
Akagera 国立公園（図 4-2.2）には 90 種の哺乳類、530 種の鳥類、35 種の魚類などの野生生物が生息する。最も絶滅が危惧されているのは、サイ、大型肉食獣特にライオンである。Akagera 国立公園では、*Loxodonta africana*（アフリカ象）、*Sincerus caffer*（バツファロー）、*Panthera leo*（ヒョウ）、*Tragelaphus spekii*（sitatunga）などが CITES の絶滅危惧種に指定され保護されている。Akagera 国立公園の植生は多様で、6 種のランがみつまっている。熱帯の草原種の *Themeda triandra*、*Hyparrhenia sp.* が、一般種の *Sporobolus pyramidalis*、*Botriochloa insculpta* を伴い、優占している。

##### (4) 自然林保護区

自然林保護区は豊富な植物相を有する。Gishwati forest 保護区（図 4-2.2）には *Pantroglodytes schweinfurthii*、*Colobus angolensis ruwenzorii*、*Potamochoerus porcus*、*Cephalophus nigrifons*、*Dendrohyrax arboreus*、*Felis serval*、*Felis aurata* が分布する。

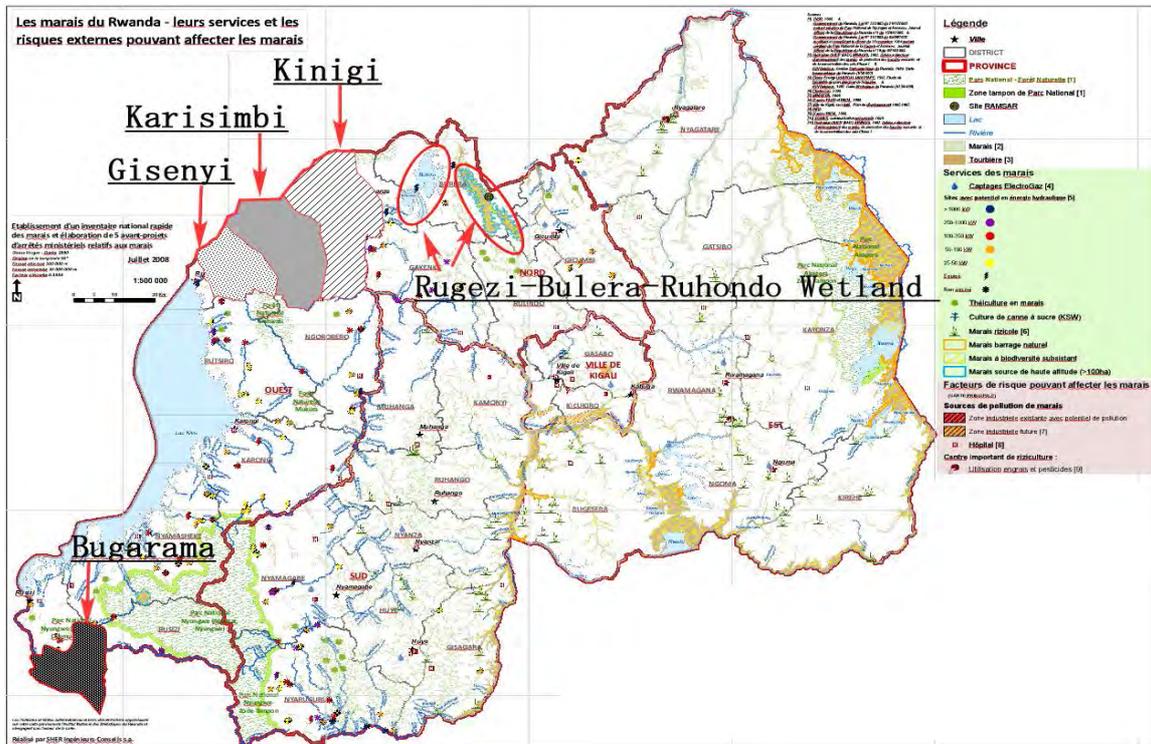
##### (5) 湿地帯保護区

Rugezi 湿地帯（図 4-2.3）には世界の Grauer' s swap-warbler（センニュウ科 *Bradypterus graueri*）の 60%が生息している。また、CITES より保護されている 2 種類のトキ科の鳥類を含んだ 19 種の鳥類の生息場となっている。



[出所] REMA 地図

図 4-5.2 ルワンダの保護区



[出所] REMA 地図

図 4-5.3 ルワンダの湿地

(6) ルワンダ国における主な貴重種

ルワンダ国における貴重な生物種の概要を表 4-5.1 に取りまとめた。今回の調査においても、いくつかの種の出現が確認された。

表 4-5.1 貴重種の概要

種		VALCANOES	NYUNGWE	概要
ゴリラ	<i>Gorilla gorilla beringei</i>	○	×	<p>マウンテンゴリラは、サル目ヒト科ゴリラ属に分類される哺乳類で、ヒガシゴリラの 2 亜種の 1 つである。</p> <p>2012 年 11 月の時点の推定総数は約 880 である。</p> <p>毛皮は厚く、他のゴリラ種のそれよりも長く、低い温度に住むことができる。</p> <p>オスは、195kg、直立高さ 150cm あり、メスの 2 倍の重さがある。</p> <p>オスは生後 13 年で背の体毛が鞍状に白くなり、シルバースタックと通称される。</p> <p>マウンテンゴリラは標高 2,200-4,300m の Alcertine 地溝帯の雲霧林や Virunga 火山周辺に生息する。</p> <p>巣は毎晩周囲の植物を使い、新しいものを造って寝る。</p> <p>主に草食性で、大部分は葉・新芽から構成され、142 種の植物の芽や茎、葉 85.8%、樹皮 6.9%、根 3.3%、花 2.3%、果実 1.7%、小さな脊椎動物 0.1%を食べる。</p> <p>マウンテンゴリラは非常に社会的で、成人男性と女性とが長期的に過ごすなど、比較的安定したグループで生活する。グループのサイズは、平均 10 頭だが、5～30 頭と異なる。</p> <p><a href="http://en.wikipedia.org/wiki/Gorilla_gorilla_beringei">http://en.wikipedia.org/wiki/Gorilla_gorilla_beringei</a></p>
チンパンジー	<i>Pan troglodydes</i>	×	○	<p>チンパンジーは、サル目ヒト科チンパンジー属に分類される哺乳類。</p> <p><a href="http://en.wikipedia.org/wiki/Chimpanzee#Intelligence">http://en.wikipedia.org/wiki/Chimpanzee#Intelligence</a></p>
クロサイ	<i>Diceros bicornis</i>			<p>クロサイは、ケニア、タンザニア、カメルーン、南アフリカ、ナミビア、ジンバブエ、アンゴラなど、東部及び中央アフリカ原産のサイである。</p> <p>クロサイと呼ばれているが、色はグレーや茶色などである。</p> <p>いくつかの森林地帯が集まって成る密集した雑木林やブッシュランドに生息する。</p> <p>オスは最大 2,199-2,896kg が報告されるが、通常は 800-1,400kg 程度である。メスはオスより小さい。</p> <p>角はケラチンで出来ており、通常 50cm 程度、最大 140cm である。</p> <p>母子は強い絆があるが、一般的に孤独である。</p> <p>テリトリー意識は低く、多くの場合、他のサイとテリトリーが重なる。生活範囲は、食料や季節、水の利用可能性に応じて異なる。一般的に、食料や水が豊富な場所では小さなテリトリーで、逆の場合は広いテリトリーで生活する。Serengeti では約 70-100m<sup>2</sup>、Ngorongoro では 2.6-58.0m<sup>2</sup> である。</p> <p>草食で、葉の多い植物、枝、芽、茨の木の茂みや果物を食べる。</p> <p>交配は、季節パターンはないが、より乾燥した環境で、雨季の終わりに向</p>

種		VALCANOES	NYUNGWE	概要
				<p>かつて出産する傾向がある。妊娠期間は15から16ヶ月で、次の子が生まれるまで、母子は2~3年間一緒に滞在する。</p> <p>子供は、ハイエナやライオンに捕食されることがある。</p> <p>性的成熟は、メスは5-7歳、オスは7-8歳である。</p> <p>密猟圧を除く自然条件での平均寿命は、35-50年である。</p> <p><a href="http://en.wikipedia.org/wiki/Black_rhinoceros">http://en.wikipedia.org/wiki/Black_rhinoceros</a></p>
<p>アフリカゾウ</p> 	<p><i>Loxodonta Africana</i></p>	○	×	<p>アフリカゾウ(<i>Loxodonta africana</i>)は、2種いるアフリカゾウのうち大きい方である。</p> <p>分布域はアフリカ中西部、東部、南部である。</p> <p>肩までの高さは最大 3.96m と、陸上で最大の動物である。オスは平均 3.3m、重さ 5.5t、メスは 2.8m、重さ 3.7t と、オスより小さい。</p> <p>成人のオスは通常一頭で生活する。群れは親戚関係のメスで構成され、女家長と言われる年長のメスによりまとめられている。まれに成人のオスがいることがあるが、思春期に達すると群れから離れ、同年齢の他の独身ゾウと群れを形成する。その後、オスは単独行動をとり、繁殖シーズンのみメスの群れに近づく。</p> <p>草食であり、餌は生息地に応じて変化する。森林、部分的な砂漠、草原に棲むゾウは、ハーブや低木の葉などを異なる割合で食べる。</p> <p><a href="http://en.wikipedia.org/wiki/Loxodonta_Africana">http://en.wikipedia.org/wiki/Loxodonta_Africana</a></p>
<p>ローンアンテロープ</p> 	<p><i>Hippotagus equinus</i></p>	×	×	<p>ローンアンテロープは、カモシカの最大種の一つであり、アフリカに分布する。</p> <p>全長 190-240cm、尾は 37-48cm である。オスは 242-300kg、メスは 223-280kg である。</p> <p>一般的に、約 130-140cm の環状の角がある。オスはかなり長く、メスはわずかに短い。</p> <p>主に熱帯、亜熱帯草原、サバンナ、灌木群がある森林や草原のサバンナ (central Zambezi Miombo の里山など) に生息し、木々が密生する場所からまばらに生えている場所までの芝生などの下層植生や中間的な大きさの草などを食べる。</p> <p>ボスと 5-15 頭によるハーレムグループを形成する。</p> <p><a href="http://en.wikipedia.org/wiki/Roan_antelope">http://en.wikipedia.org/wiki/Roan_antelope</a></p>
<p>シタツンガ</p> 	<p><i>Tragelaphus spekeii</i></p>	×	×	<p>シタツンガ(<i>Tragelaphus spekeii</i>) は、コンゴ、カメルーンの民主共和国を中心に、南スーダン、ガーナ、ボツワナ、ザンビア、ガボン、タンザニア、ウガンダ、ケニアの一部など中央アフリカ全体の沼に生息するカモシカである。</p> <p>一般的に、全長 115-170cm 程度である。肩までの高さはオスが約 88-125cm、メスが 75-90cm であり、重さはオスが 70-125kg、メスが 50-57kg 程度である。尾は 30-35cm である。毛の色は地理的に変化するが、一般的に子供は赤、メスは栗色である。オスは濃い灰色から茶色であり、年齢と共に暗くなる。オスは螺旋型の角を持ち、1回もしくは2回程度ひねられている。長さは 45-90cm 程度で、色はアイボリーで、先端はとがっている。</p> <p><a href="http://en.wikipedia.org/wiki/Sitatunga">http://en.wikipedia.org/wiki/Sitatunga</a></p>

種		VALCANOES	NYUNGWE	概要	
ライオン	<i>Panthera Leo</i>	×	×	<p>アフリカのライオンとして知られているライオン (<i>Panthera leo</i>)は、ネコ目ネコ科ヒョウ属に分類される哺乳類である。</p> <p>オスは重さ250kgを超えるなど、虎に次いで2番目に大きなネコ科動物である。</p> <p>野生のライオンは、サハラ以南のアフリカやアジアに生息する。</p> <p>一日の多く、約20時間程度を休んで過ごす。行動は任意に起こすが、一般的に社交グルーミングや排便の周期により、夕暮れ後が活動のピークとなる。</p> <p>夜明けまでの夜の時間、最も頻繁に狩りを行う。</p> <p>群れは、メスと子供で構成され、成人オスは少ない。</p> <p>獲物は、アフリカに棲むヌー、シマウマ、バッファロー、イボイノシシ、インドに棲むニルガイ、イノシシ、その他シカの仲間である。他の多くの種も、可能であれば捕食され、クーズー、ハーテビースト、ゲムズボック、エランドなど50-300kgの有蹄類などが対象となる。</p> <p><a href="http://en.wikipedia.org/wiki/Lion">http://en.wikipedia.org/wiki/Lion</a></p>	
					
ヒョウ	<i>Panthera pardus</i>			×	○
					
クリップスプリンガー	<i>Oreotragus oretragus</i>	不明	不明	<p>クリップスプリンガーは、アフリカのアンテロープの中で小さい種である。</p> <p>中央、東、南アフリカに分布する。</p> <p>肩までの高さは約58cmで、他のアンテロープより小さい。</p> <p>ひづめを重ねて立つことができ、カナダドル硬貨(ルーニー;約30mm径)大の崖一枚に、ひづめ全てを収めることができる。</p> <p>オスの角は通常約10-15cmである。</p> <p>ほとんどolive shade色のコートに太くて密集する、塩とこしょうのような小さな斑点があり、生息地である岩が露出した丘において保護色となっている。</p> <p>群れを形成して生活し、ペアは生活のために交尾し、群れとして生活の大半を過ごす。</p> <p>食事中は見張りが立ち、捕食者を監視することでペアを維持する。</p> <p>繁殖期は1-9月、妊娠期間は約214日である。</p> <p>生息地である山岳や岩の多い地形に生える植物を食べる。</p> <p>食事により水分を補給するため、水は必要ない。</p> <p><a href="http://en.wikipedia.org/wiki/Klipspringer">http://en.wikipedia.org/wiki/Klipspringer</a></p>	
					

種		VALCANOES	NYUNGWE	概要
アフリカスイギュウ 	<i>Syncerus caffer</i> (Sparman)	○	×	アフリカスイギュウは、アフリカに生息する大型の牛である。西部、中部、東部、南部アフリカに分布する。肩までの高さは約 1-1.7m、全長 1.7-3.4m である。ウシ科の大型の種に比べ、長いがずんぐりした体と短いがずんぐりした足を持ち、比較的起立した高さは低い(重く、体長は他の牛を超える)。尾は 70-110cm で、長い。サバンナ型スイギュウは、年と共に黒やダークブラウンのコートとなる。年をとったオスは、目の周りが白く円になる。メスはより赤みがかかったコートを持つ。森林型スイギュウは、背後に少しアップしたカーブを持つ角を持ち、赤褐色である。いずれの型の子牛も赤いコートである。角は、根元から分岐し、下に下がった後上方へ曲線を描きながら外側に伸びる。アフリカスイギュウは、アフリカで最も繁栄した草食動物の一つであり、湿地や氾濫原のほか、mopane の草原やアフリカの主要な山の森に棲んでいる。群れのサイズは可変的であり、中心は、血縁のメス及びその子孫で構成されている。 <a href="http://en.wikipedia.org/wiki/Syncerus_caffer">http://en.wikipedia.org/wiki/Syncerus_caffer</a>
チーター 	<i>Acinonyx jubatus</i> (Schreber)	×	×	チーターは、アフリカの大部分とイランの一部に生息するネコ目ネコ科チーター属に分類される大型のネコであり、本種のみでチーター属を構成する。成人は 21-72kg であり、全長 110-150cm、尾は 60-84cm、型までの高さは 66-94cm である。オスはメスよりわずかに大きくなる傾向にあり、頭部が若干大きい。サイズに大きな変動がないため、大きさと雌雄を見分けることは困難である。同程度のサイズであるヒョウと比較すると、ボディは短い。尾が長く背が高いことから、より流線型の体型となっている。チーターは、獲物が豊富な広大な土地に生息する。多様性があり、半砂漠、草原、茂った藪などの開けた生態環境を好んで棲む。例えばナミビアでは、草原、サバンナ、うっそうと植物が茂ったエリア、山岳地帯に棲んでいる。メスは、一人で子育てを行い、子育て中を除き単独で生活する。チーターは肉食であり、C3 植物を食べる 40kg 以下のほとんどの草食動物(トムソンガゼル、グラントガゼル、スプリングボック、インパラ、プレスボック)を食べる。メスは、90-98 日の妊娠期間後、平均 4、最大 9 の子供を産む。 <a href="http://en.wikipedia.org/wiki/Cheetah">http://en.wikipedia.org/wiki/Cheetah</a>
ズグロタイガー 	<i>Cephalophus nigrifrons</i> (Grays)	○	○	ズグロタイガーは、中央及び西中央アフリカに生息する小さなアンテロープである。肩の高さは平均 43cm、重さは 10kg 程度である。北部アンゴラなどにも生息する。 <a href="http://en.wikipedia.org/wiki/Cephalophus_nigrifrons">http://en.wikipedia.org/wiki/Cephalophus_nigrifrons</a>

種		VALCANOES	NYUNGWE	概要
リカオン 	<i>Lycaon pictus</i> (Temminck)	○	○	<p>リカオンは、サハラ以南のアフリカに生息するイヌ科の哺乳類である。アフリカではイヌ科の中で最大であり、本種のみでリカオン属を構成する。少ないつま先と歯列により、イヌ属とは区別されている。</p> <p>リカオンは、イヌ科の中で最もがっちりした体格をしている。肩の高さは60-75cm、東アフリカでは重さが20-25kgであり、南アフリカでは最大30kgが報告されている。メスは一般的にオスよりも3-7%小さい。</p> <p>リカオンの毛皮は、下毛がなく固い剛毛で覆われており、他のイヌ科の動物と大きく異なる。模様パターンの多くは体幹と脚にでる。顔のバリエーションは小さく、鼻面は黒、ほおや額にかけて徐々に茶色にシェーディングされる。黒い線は額に伸び、黒褐色が耳の後ろに回っている。標本では、目の下に茶色の涙型がある。頭の首の後ろは茶色か黄色のいずれかである。</p> <p>森林地域を避け、主にサバンナや乾燥地帯に生息する。</p> <p>一般的に、中型のカモシカを狩る。</p> <p>妊娠期間は69-73日間続き、次の妊娠まで平均12-14ヶ月である。</p> <p>リカオンはどのイヌ科よりも多産で、平均10、6-16の子供を産む。よって、メス一匹が毎年新しい群れを構成するのに十分な数を生むことができる。</p> <p><a href="http://en.wikipedia.org/wiki/Lycaon_pictus">http://en.wikipedia.org/wiki/Lycaon_pictus</a></p>
Bushbuck 	<i>Tragelaphus</i> (Pallas)	○	×	<p>ブッシュバック属は、ウシ科に含まれており、比較的アンテロープに近い。</p> <p>長い首を持ち、サイズが大きくなる傾向にある。性的二型が著しい。</p> <p><a href="http://en.wikipedia.org/wiki/Tragelaphus">http://en.wikipedia.org/wiki/Tragelaphus</a></p>
Hippopotamus 	<i>Hippopotamus amphibius</i>	×	×	<p>カバは、カバ科に分類される2種のうちの1種であり、主に草食でサハラ以南のアフリカに生息する大型哺乳類である。ゾウや、いくつかのサイがカバより重い。</p> <p>重さはオスが1,500-1,800kg、メスは1,300-1,500kgとオスより小さい。</p> <p>カバの顎は、大咬筋とよく発達した二腹筋(舌骨から後ろにループしている)により動いている。顎は、180度開くようになっている。歯は互いに研磨されている。下の犬歯と門歯は、特にオスで大きく、継続的に成長する。犬歯が50cmに達するなら、切歯は40cmに達する。</p> <p>一般的に半水生で、河川、湖、マングローブの沼などに済み、オスは、開けた河川をテリトリーとして、5-30頭のメスと若い個体からなるグループを支配する。</p> <p>日中、水中や泥のある場所で涼み、繁殖や出産は水中で行う。</p> <p>夕暮れ、草を食べるために陸に上がる。</p> <p>カバは、休息時は互いに接近しているが、草を食べるときは個体毎に行い、陸上のテリトリーは持たない。</p> <p>メスは5-6歳で成熟し、妊娠期間は8ヶ月である。</p> <p><a href="http://en.wikipedia.org/wiki/Hippopotamus">http://en.wikipedia.org/wiki/Hippopotamus</a></p>

種		VALCANOES	NYUNGWE	概要
Burchell's zebra	<i>Equus quagga burchellii</i>		×	<p>サバンナシマウマは、ウマ目ウマ科ウマ属に分類される哺乳類。オスとメスはほぼ同じ大きさである。</p> <p><a href="http://en.wikipedia.org/wiki/Burchell%E2%80%99s_zebra">http://en.wikipedia.org/wiki/Burchell%E2%80%99s_zebra</a></p>
ズグロアオサギ	<i>Ardea melanocephala</i>		×	<p>ズグロアオサギは、コウノトリ目サギ科サギ属に分類される鳥類。サハラ以南のアフリカとマダガスカルの大部分に一般的であり、主に留鳥であるが、西アフリカに生息する鳥は、雨季に更に北へ移動する。</p> <p>通常、樹木やヨシ原、崖のコロニーで雨季に繁殖し、2-4の卵を産む。全長 85cm、翼開長 150cm の大型の鳥類であり、外観はアオサギに似ているが、より暗い色をしている。羽は、上は大部分が灰色で、下が淡い灰色。黒っぽく強いくちばしを持つ。</p> <p><a href="http://en.wikipedia.org/wiki/Black-headed_Heron">http://en.wikipedia.org/wiki/Black-headed_Heron</a></p>
アマサギ	<i>Bubulcus ibis</i>		○	<p>アマサギは、コウノトリ目サギ科アマサギ属に分類される鳥類。熱帯、亜熱帯、温帯に普通に生息する。</p> <p>当初アジア、アフリカ、ヨーロッパの一部に生息していたが、急速に分布域を拡大している。</p> <p>繁殖期には、白色に淡黄色の羽毛で飾られる。</p> <p>他の渡り鳥と共に、水域の近くのコロニーに巣を造る。巣は、木や灌木の枝で構成されている。</p> <p>アマサギは、他のサギより乾燥して開けた土地に生息する。</p> <p><a href="http://en.wikipedia.org/wiki/Bubulcus_ibis">http://en.wikipedia.org/wiki/Bubulcus_ibis</a></p>
オオアフリカスゲヨシキリ	<i>Bradypterus graueri</i>			○

種		VALCANOES	NYUNGWE	概要
フクロウ科	<i>Strigidae</i>			<p>フクロウ科は、フクロウ目に属する科であり、他にメンフクロウ科がある。</p> <p>南極大陸を除く全世界で分布している。</p> <p>綿毛がベースとなっており、羽は柔らかく、音を出さずに飛ぶことが可能である。</p> <p>○ 大きな頭、短い尾、隠れた羽、目の周りには丸い輪があ。翼は大きく幅広く、丸みを帯び、長い。</p> <p>目の周りの輪は、音が増幅されるよう発達したものである。</p> <p>耳は非対称についており、音を一極集中させることができるようになっている。</p> <p><a href="http://en.wikipedia.org/wiki/Strigidae">http://en.wikipedia.org/wiki/Strigidae</a></p>
ホオジロカンムリヅル	<i>Balearica regulorum</i>		×	○ <p>ホオジロカンムリヅルは、ツル目ツル科カンムリヅル属に分類される鳥類。</p> <p>若干湿った場所に巣を造るが、アフリカのサハラ以南にある乾燥したサバンナに生息する。</p> <p>全長約 1m、重さ 3.5kg、翼幅は 2m である。</p> <p>体の羽毛は主に灰色で、翼は主に白である。頭は固い黄金の羽の冠がある。顔の側面は白であり、喉のふくらはみは鮮やかな赤である。</p> <p>東はウガンダやケニア、南は南アフリカまでの川や池の近くの沼、耕作地や芝生などの平地で確認できる。</p> <p><a href="http://en.wikipedia.org/wiki/Balearica_regulorum">http://en.wikipedia.org/wiki/Balearica_regulorum</a></p>
ツバメ	<i>Hirundinidae</i>		?	○ <p>ツバメ科はスズメ目に属する科（鳥類）。</p> <p>南極大陸を除く全世界で分布している。</p> <p>翼は長く、鋭く、9枚の初列風切羽がある。尾は12の羽から成り、深い切れ込みがある。</p> <p>ツバメ科は、頻りに滑空することを可能にした合理化された体と長い翼になることで、昆虫などの採餌に適応してきた。</p> <p>巣は、原始的な造りである。例えば古いキツツキの巣など既存の空洞や、砂州のような柔らかい基盤に巣穴を掘ったりする。</p> <p><i>Hirundo</i> 属、<i>Ptyonoprogne</i> 属、<i>Cecropis</i> 属、<i>Petrochelidon</i> 属、<i>Delichon</i> 属は、天候及び捕食者から身を守るような覆いのある場所に泥の巣を造る。</p> <p><a href="http://en.wikipedia.org/wiki/Swallow">http://en.wikipedia.org/wiki/Swallow</a></p>

種		VALCANOES	NYUNGWE	概要
ヤモンヤブチメドリ <i>Turdoides jardineii</i>		?	?	<p>ヤモンヤブチメドリは、スズメ目チメドリ科ヤブチメドリ属に属する鳥類。</p> <p>分布域は、アンゴラ、ボツワナ、ブルンジ、コンゴ共和国、コンゴ民主共和国、ガボン、ケニア、マラウイ、モザンビーク、ナミビア、ルワンダ、南アフリカ、スワジランド、タンザニア、ウガンダ、ザンビア、ジンバブエである。</p> <p>亜熱帯や熱帯乾燥林、乾燥したサバンナ及び亜熱帯や熱帯の湿った灌木に生息する。</p> <p>体長 22-25cm、重さ 556-85g である。</p> <p>この鳥の名前の由来は、軽量の茶色がかった灰色の上に、喉、首と頭の部分に白いとがった羽があるためである。</p> <p>虹彩は明るい赤であり、周囲は鮮やかな黄色やオレンジ色である。</p> <p>雄と雌の外観は同じである。</p> <p>3-15 羽（平均 6 羽）の集団によるテリトリーを持つ。</p> <p><a href="http://en.wikipedia.org/wiki/Turdoides_jardineii">http://en.wikipedia.org/wiki/Turdoides_jardineii</a></p>
ツグミヒタキ <i>Cossypha caffra</i>		○	○	<p>ツグミヒタキは、スズメ目ヒタキ科に属する鳥類。</p> <p>ケニア南部からナミビア、ザンビア、ジンバブエ、南アフリカ、レソト及びスワジランド南部と東部アフリカに主に分布する。</p> <p>林縁部、庭園や公園での一般的な種である。</p> <p>全長 16-17cm、体の上位部分は灰色、顔の横と目の後ろは黒であり、白い眉で分かれている。あご、喉、胸の中央、尾の裏と外側尾羽はオレンジ色であり、中央尾羽は灰色がかった茶色、腹は灰色である。</p> <p>くちばしは黒く、短くまっすぐである。</p> <p>動物の毛、根やその他の細かい材料を用い、粗い植生のカップ状の巣を作る。</p> <p><a href="http://en.wikipedia.org/wiki/Cossypha_caffra">http://en.wikipedia.org/wiki/Cossypha_caffra</a></p>
ハゲワシ <i>Aegypiidae</i>		○	○	<p>多くのハゲワシの特徴は、羽のない禿頭である。</p> <p>滅多に健康な動物を攻撃しないが、ケガや病気の獲物を殺すことがある。</p> <p>屍体が大きすぎて食べにくい場合は、大きなスカベンジャーが先に食べることを待つ。</p> <p><a href="http://en.wikipedia.org/wiki/Vulture">http://en.wikipedia.org/wiki/Vulture</a></p>

種		VALCANOES	NYUNGWE	概要
ハチクイ科	<i>Meropidae</i>			<p>ハチクイ科は、ブッポウソウ目に属する科（鳥類）。主にアフリカやアジアに分布するが、南ヨーロッパ、オーストラリア、ニューギニアにも生息する。</p> <p>色彩豊かな羽、細い体、細長い中央尾羽を特徴とする。専ら空中で昆虫を捕食する。止まり木から獲物を見つけると、飛行しながら獲物をキャッチする。大きな種は高い場所から狩りを行うが、ハチクイは枝や地面に近い小枝から獲物を捕る。カルミンハチクイが使用する珍しい技は、ノガンの背中に乗ることである。</p> <p>巣は、崖の側面や地面に掘った巣穴である。</p> <p><a href="http://en.wikipedia.org/wiki/Bee-eater">http://en.wikipedia.org/wiki/Bee-eater</a></p>
シュモクドリ	<i>Scopus umbretta</i>			<p>シュモクドリは、ユニークな特性により、1科1属1種（ペリカン目シュモクドリ科シュモクドリ属）の鳥類である。</p> <p>タンザニアの河口、湖のほとり、釣り堀、河岸や岩場の海岸などを含む、マダガスカルからアラビアにかけてアフリカ大陸の幅広い種類の湿地に分布する。</p> <p>中型の渡り鳥であり、体長 56cm、重さ 470g である。</p> <p>長くくちばしと後ろに長いとさかを持つ頭の形がハンマーを彷彿とさせる。</p> <p>羽は、背面に紫色の光沢がある単調な茶色、くちばしは長く平で少し曲がっている。首と足は短い。理由は不明だが、足に部分的に水かきがある。</p> <p>シュモクドリは、1万本程度の枝を使い、人間が十分乗れるような 1.5m 以上の巨大な巣を造る。</p> <p>繁殖の有無にかかわらず、年間 3~5 つの巣を造る。</p> <p>オス・メスとも 30 日間抱卵する。</p> <p><a href="http://en.wikipedia.org/wiki/Hamerkop">http://en.wikipedia.org/wiki/Hamerkop</a></p>
タイヨウチョウ科	<i>Nectarinidae</i>			<p>タイヨウチョウ科は、スズメ目に属する科。</p> <p>分布域はアフリカ、インド大陸、東南アジア全体で、オーストラリア北部に達する。</p> <p>ほとんどのタイヨウチョウは、主に蜜を食べるが、若鳥は昆虫やクモも食べる。</p> <p>長く薄い下に湾曲したくちばしを持っており、蜜をとるのに適した先端がブラシ状となった管状の舌を持つ。</p> <p><a href="http://en.wikipedia.org/wiki/Nectariniidae">http://en.wikipedia.org/wiki/Nectariniidae</a></p>

種		VALCANOES	NYUNGWE	概要
オナガエビネ	<i>Calanthe sylvatica</i>			<p>オナガエビネはラン科エビネ属に属する植物。 熱帯及びタンザニア、シエラレオネ、南アフリカのほか、マダガスカル、コモロ、モーリシャス、レユニオン島などのアフリカ南部が原産である。</p> <p><a href="http://en.wikipedia.org/wiki/Calanthe_sylvatica">http://en.wikipedia.org/wiki/Calanthe_sylvatica</a></p>



## (7) マウンテンゴリラ

ゴリラはアンゴラ、ウガンダ、ガボン、カメルーン、コンゴ共和国、コンゴ民主共和国、赤道ギニア、中央アフリカ共和国、ナイジェリア及びルワンダに分布する。哺乳綱サル目ヒト科ゴリラ属に属し、ニシゴリラ (*Gorilla gorilla*) とヒガシゴリラ (*Gorilla beringei*) の2種が生息している。マウンテンゴリラ (*Gorilla gorilla beringei*) はヒガシゴリラの亜種である。ゴリラは地球上に 800 頭程度しか生息しておらず、絶滅危惧種 (IUCN:国際自然保護連合レッドデータブック) に指定されている。

ゴリラ類は植物食傾向の強い雑食で植物の葉、果実、昆虫が主食で、マウンテンゴリラは乾季で食物が少なくなると植物の芽、樹皮、根なども食する。寿命は40~50年で、昼行性で夜間は毎日異なる寝床を作り睡眠を取る。10~50 km<sup>2</sup>の行動圏内で生活し、一日あたり0.5~2 km移動する (小原ら; 動物世界遺産レッドデータアニマルズ6, 2000)。また、マウンテンゴリラの出産間隔は4~5年、妊娠期間は258日である、メスは約1ヶ月の月経周期のうち2日程度しか繁殖行動を起こさない。繁殖可能な年齢まで育つ子供の数はメス1頭あたり2頭程度であり、一旦個体数が激減すると、もとの個体数まで回復するのに長期を要する (山極寿一, 2005)。この繁殖率の低さが、保護の重要性につながっている。

マウンテンゴリラの保護は故ダイアン・フォッシー博士が設立したダイアンフォッシー・ゴリラ基金によって世界的に支援者を募り、ルワンダ、ウガンダ、コンゴ民主共和国政府との緊密な連携のもとで、マウンテンゴリラの動向をモニタリングするだけでなく必要に応じてその健康状態のチェックを行っている (図 4-5.4)。

Eugene Kayijamahe (2008) は Volcanoes 国立公園内の植生分布、標高、傾斜、気温、日射量その他のデータに基づいた好適ハビタット (Habitat:生息環境) モデルを用いて、ゴリラの最適ハビタット分布を評価し、公園内の人間による影響との関係を検討している (図 4-5.5、図 4-5.6)。

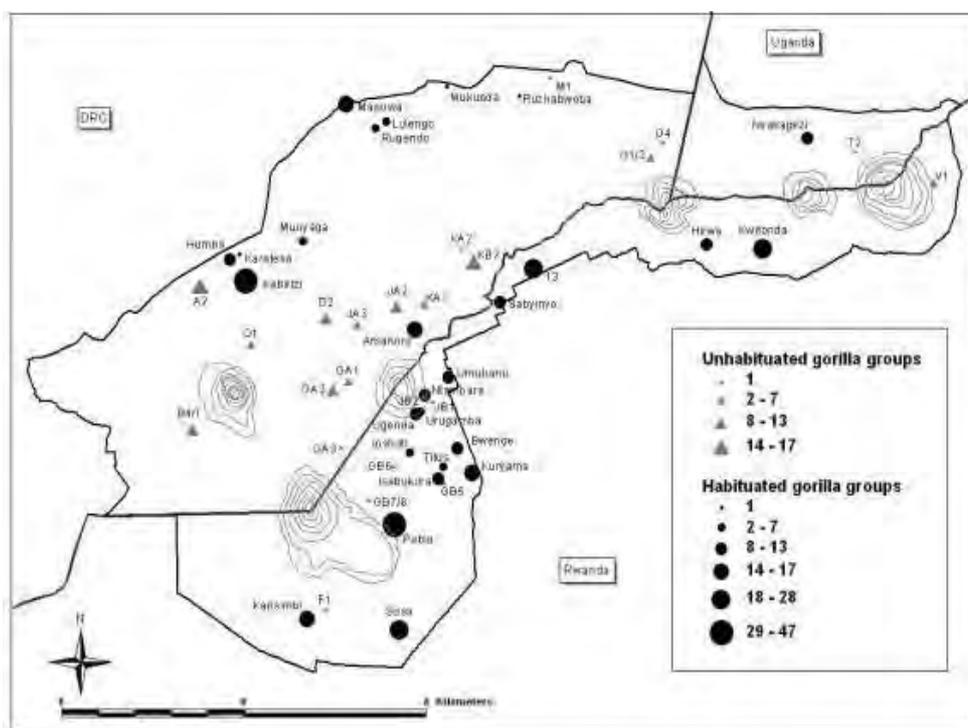
ゴリラグループの数年間にわたる分布図を図 4-5.7 に示す。Karisimbi 地域近傍では1グルー

プが分布しているのにすぎないが、Kinigi 地域側では 10 グループ程度分布している。国立公園敷地境界には公園外に 800m の緩衝帯の設定が成されているが、実際は、境界線付近まで農耕地が広がっている。敷地境界近傍に多くのゴリラグループが多く存在する Kinigi 地域では、現在の計画では、緩衝帯を考慮し、試掘地点は国立公園敷地境界から 1km 以上離れた地域に計画されている。なお、緩衝帯は RDB の前身の一つである Tourism 担当機関が国立公園の調査を行い、ゴリラの移動する可能性のある範囲に基づいて設定されたものである。

現時点では、ゴリラ生息域と公園内に入り込む人間活動の関係については検討例があるが、ゴリラに対する人為的な開発事業に伴う影響に関する定量的情報は得られていない。

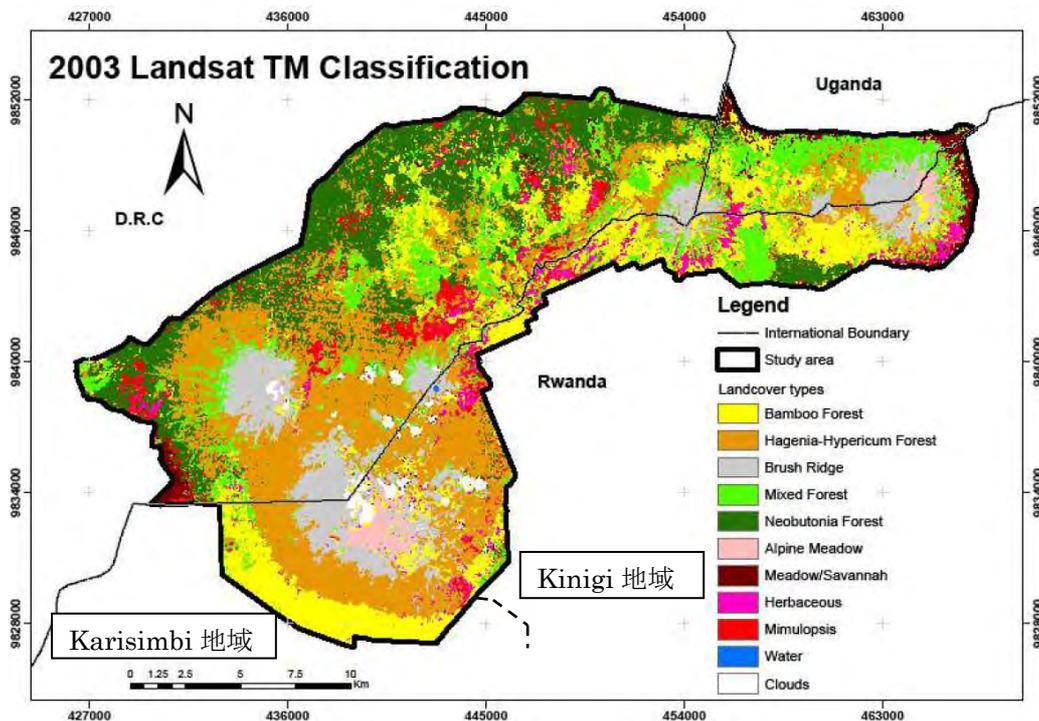
カリシンビ試掘時の影響評価においては、掘削期間のゴリラの行動に大きな変化がなかったことから、顕著な影響はなかったものと評価されている (EWSA)。ただし、土地改変・掘削の工程・期間など工事による影響を考慮した短期、高頻度の調査は実施されておらず、現場の詳細情報を最も有する NGO 側の掘削期間とゴリラの行動に関する詳細検討も成されていない。

したがって、今後の事業開発（計画地点がゴリラ生息域の近傍の場合）にあたっては、十分なモニタリングとその結果に基づいた評価、更には必要に応じた順応的な対策実施体制の構築が不可欠と考えられる。また、調査・影響評価・対策の実施においては、緊密な情報交換の元、NGO などとの協働作業により実施し、ゴリラのみではなく、その Habitat としての植生や、その他の生物に対する影響も考慮することが重要である。



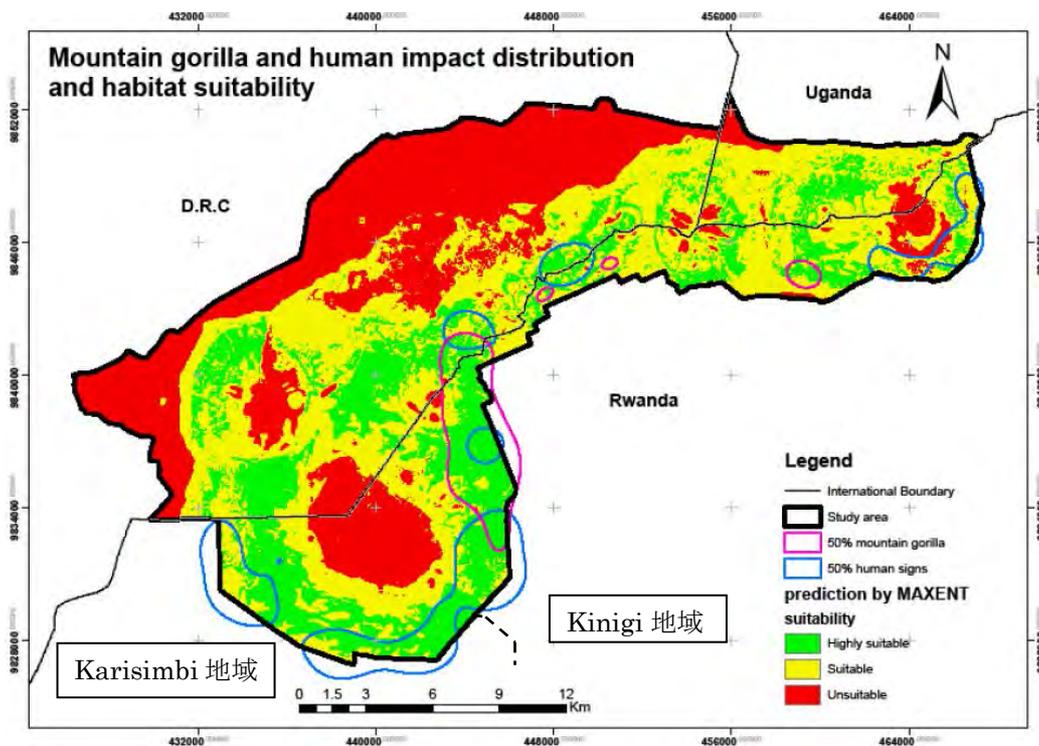
[出所] Geoscientific Surveys of the Rwandan Karisimbi, Gisenyi and Kinigi Geothermal Prospects, 2012]

図 4-5.4 Volcanoes 国立公園内におけるゴリラグループの確認箇所



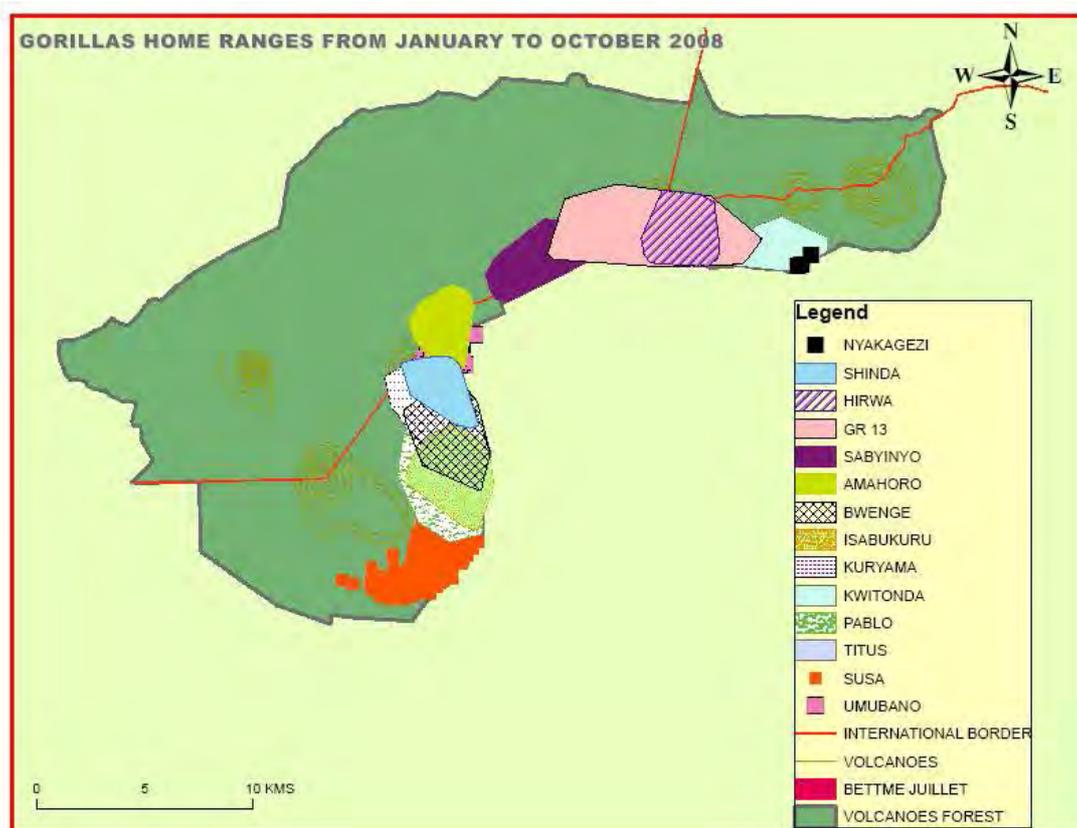
[出所] Eugene Kayijamahe, 2008 に開発地域を加筆]

図 4-5.5 Volcanoes 国立公園内の植生分布



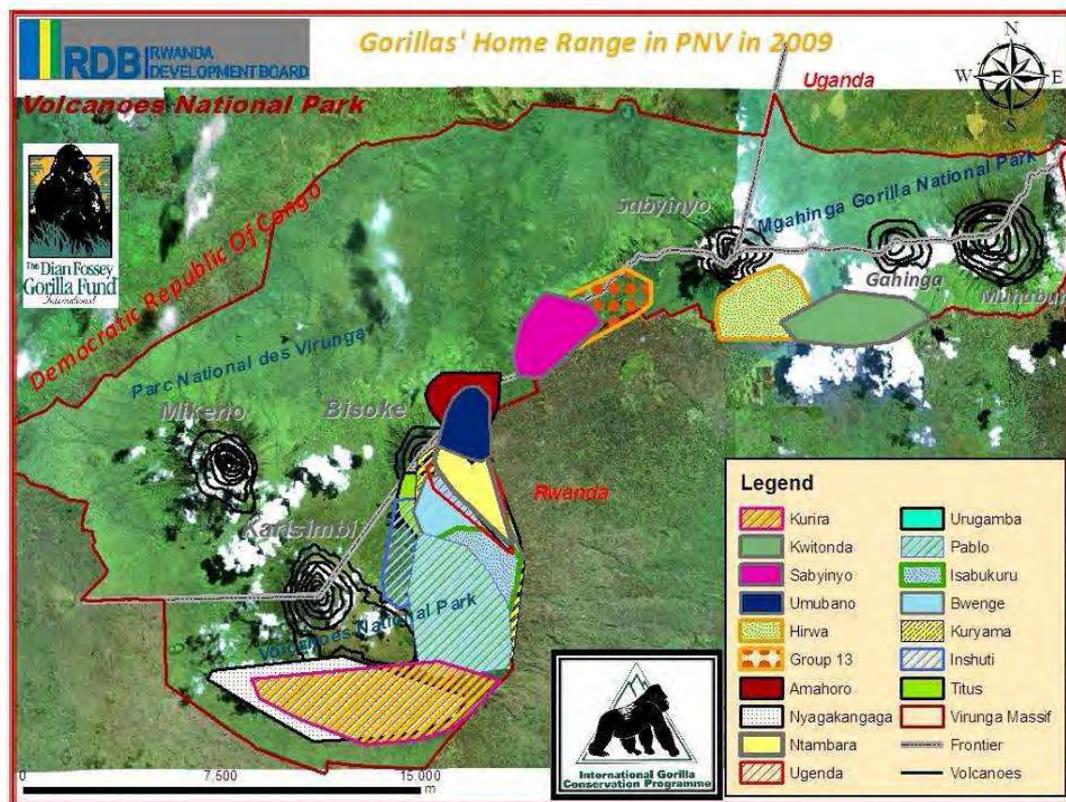
[出所] Eugene Kayijamahe, 2008 に開発地域を加筆]

図 4-5.6 ゴリラの生息場適正の分布とゴリラ生息、人間活動痕跡の分布



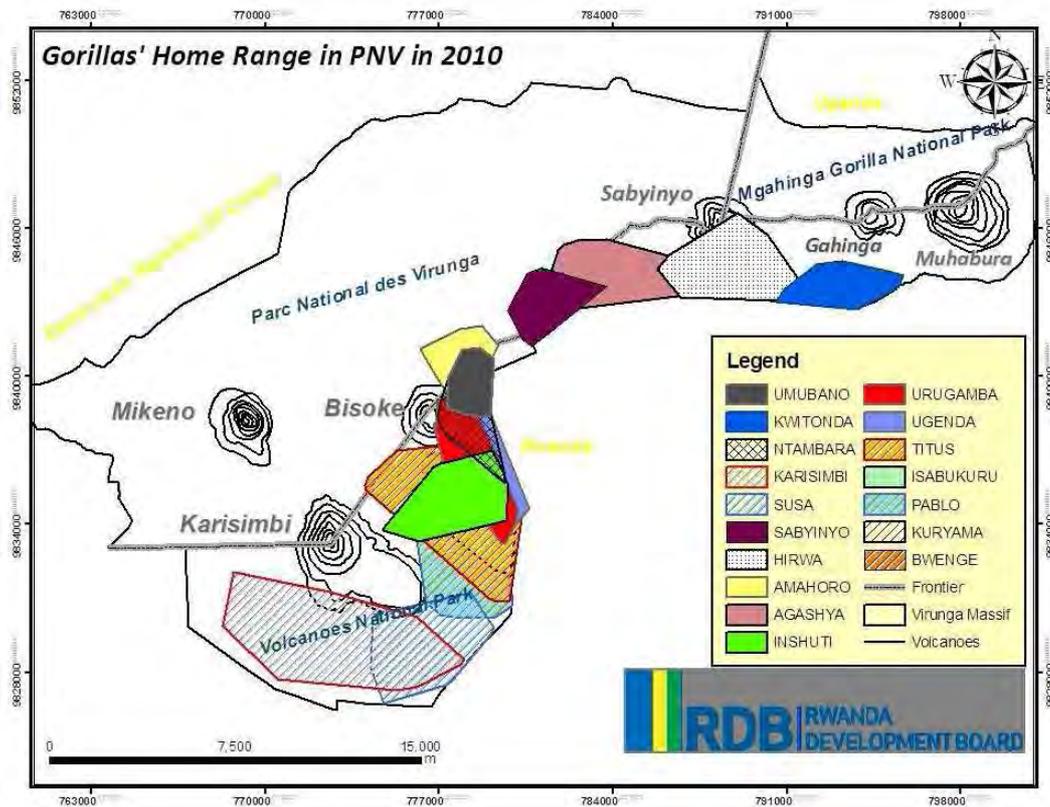
[出所] RBD

図 4-5.7 (1) ゴリラの生息域 2008 年



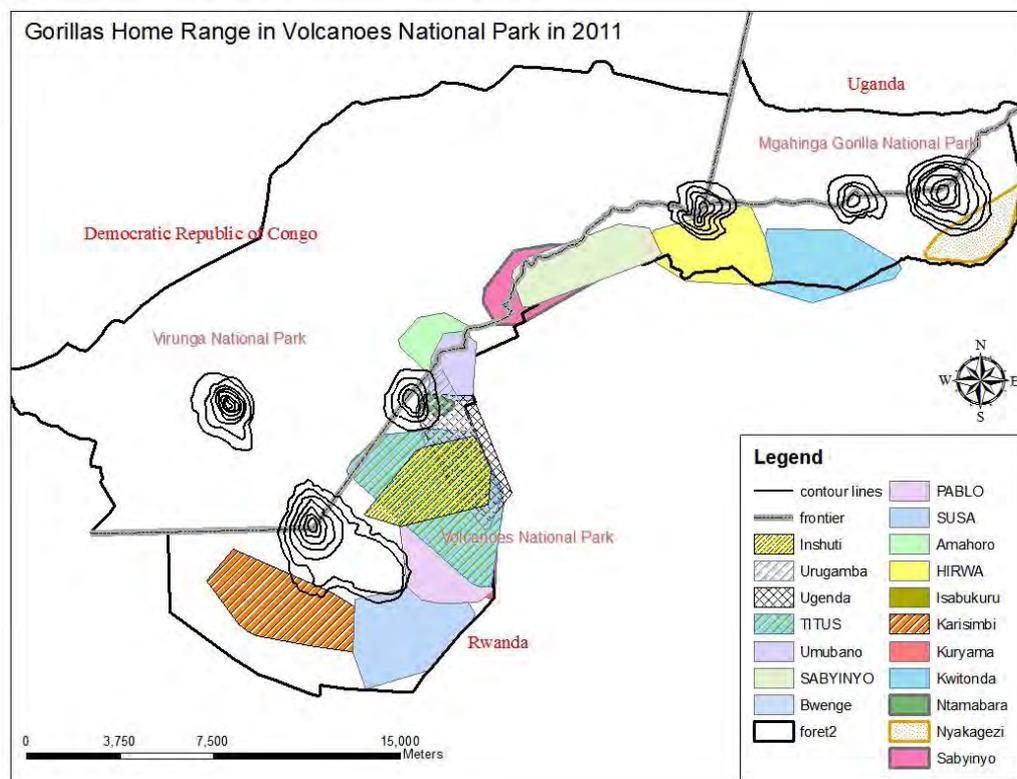
[出所] RBD

図 4-5.7 (2) ゴリラの生息域 2009 年



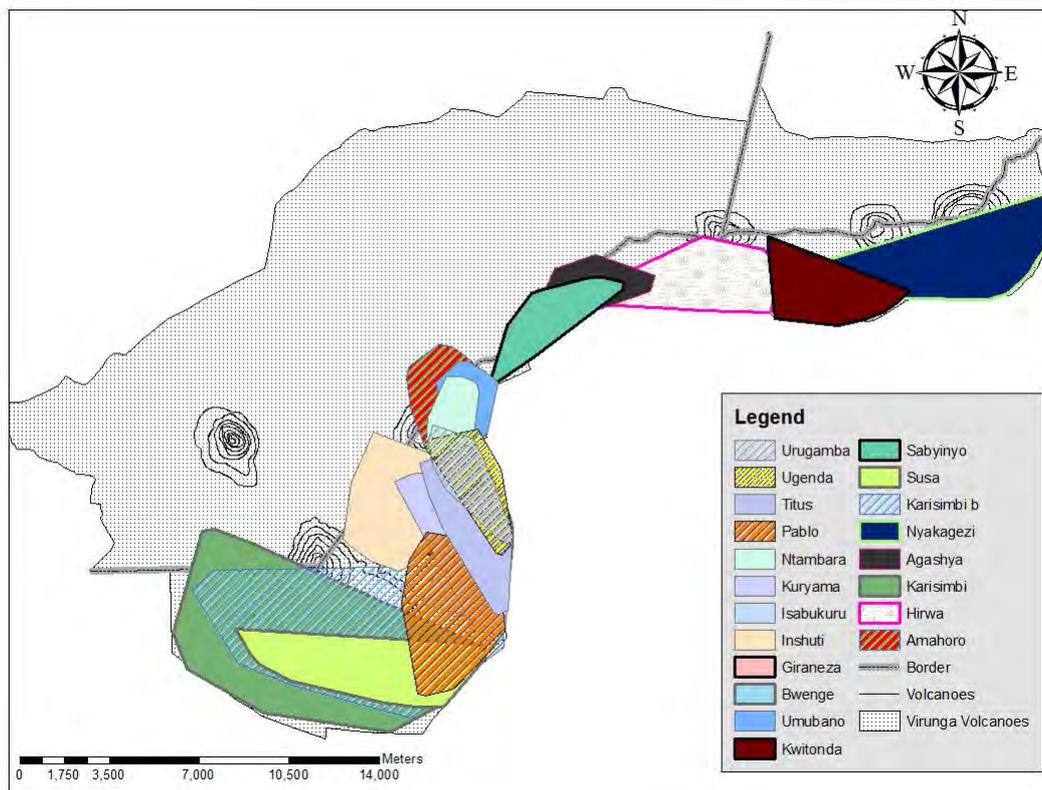
[出所] RBD

図 4-5.7 (3) ゴリラの生息域 2010 年



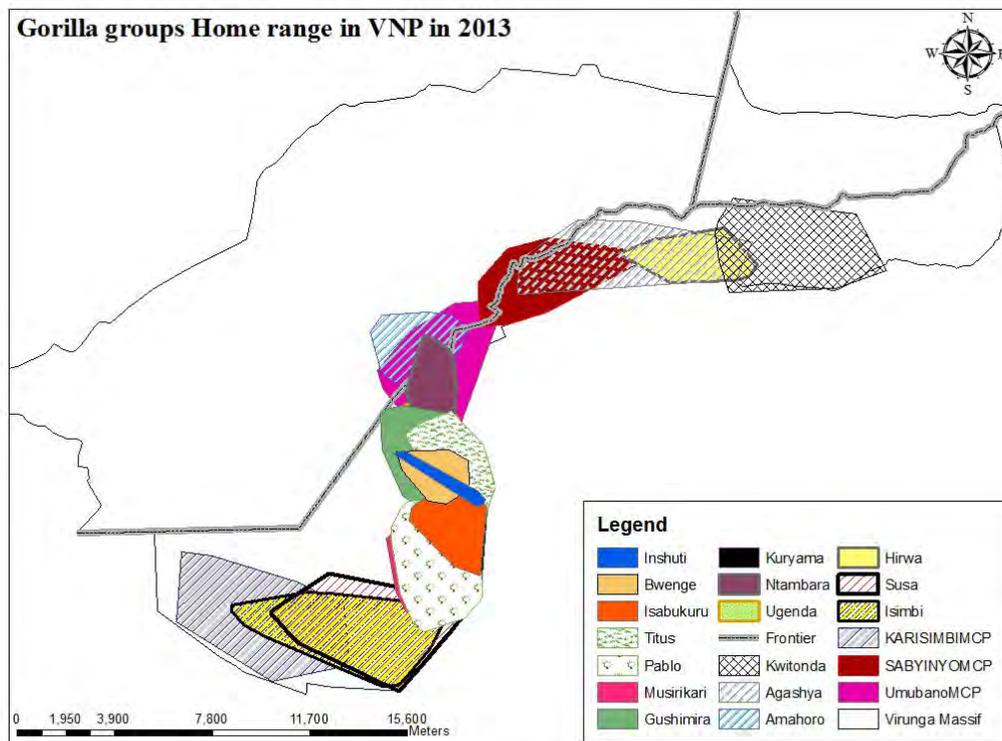
[出所] RBD

図 4-5.7 (4) ゴリラの生息域 2011 年



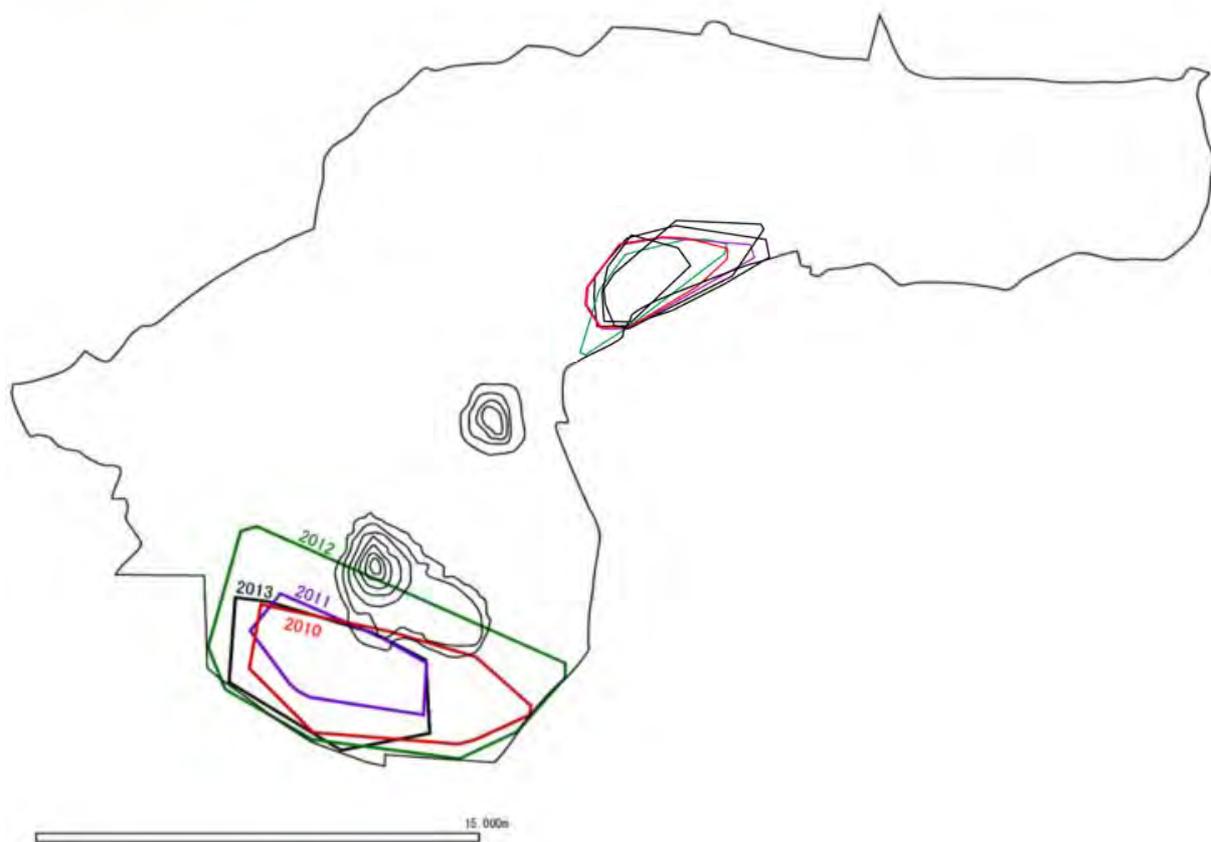
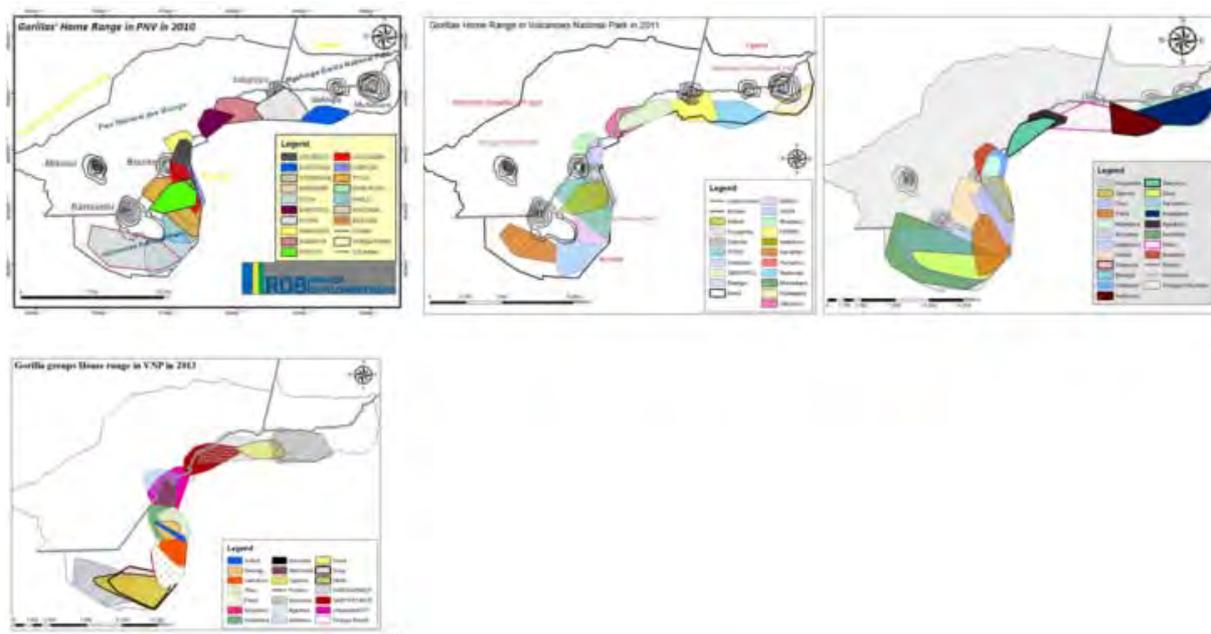
[出所] RBD

図 4-5.7 (5) ゴリラの生息域 2012 年



[出所] RBD

図 4-5.7 (6) ゴリラの生息域 2013 年



[出所] JICA STUDY GROUP

図 4-5.7 (7) ゴリラの生息域 (Karisimbi and Kinigi-Sabyinyo グループ経年変化)

#### 4-5-5 地熱発電開発予定地域の水質の現状

開発予定地域の選定した地点における水質のバックグラウンドを把握するため、水のサンプルを収集し、分析を行った。

水質調査は、潜在的な地熱資源地域の異なる重要な水源（河川、湖沼、湧水・・・）の5つの異なる地域（BUGARAMA、GISENYI、KALISIMBI、KINIGI、KARAGO）で行った。水のサンプルは、5地域を含む国内の様々な地域から採水した。異なる項目（物理的、化学的、細菌学的）分析のため、各フィールドで9種類の水のサンプルを採取した。（添付資料に水質調査結果一覧表と、サンプリング及び分析方法を記す。）

##### (1) 調査地域の概要

###### 1) Bugarama

Bugarama 温泉は、Rusizi 地区 Nyakabuye セクターの西部地域に位置している。温泉の周辺ではいくつかの人間活動が行われている。人々は、この水がストレスを含む多様な病気を治すことができると考えている。遊泳や排泄、洗濯などの人為的活動が栄養塩含有量などを増加させ、水質に大きな影響を与える可能性がある。

温泉の下流流域を中心として、農業が広く行われている。これは、水の物理、化学、細菌に關係する水質項目の値に影響を与える。



写真 4-5.1 Bugarama 温泉流域（左：上流域）、（右：下流域）

###### 2) Gisenyi

ルワンダ西州の Rubavu 地区にある Kivu 湖において2地点を設定した(Kivu 湖1、Kivu 湖2)。

水質は、湖で行われる様々な人為的活動により汚染を受ける。人々の生活は、主に湖における作業に依存しており、水質に影響を与えている。

主な活動は湖における漁業活動、船舶移動及び水泳である。また、沿岸陸域の農業活動も盛んに行われ、湖水質に影響を及ぼしている。



写真 4-5.2 ギセニ地域 左 Kive1 調査地点近傍、右 : Kivu 2 調査地点近傍

### 3) Karago

本エリアからは Karago 湖と流入河川の Nyamukongo 川の 2 地点を調査地点として選定した。流域は山岳・火山地域に位置しており、様々な農業活動が行われる小さな丘に囲まれている。流域河川は、主に丘の周辺から浸食の影響を受けている。

1980 年代の Mukamira の軍事キャンプの建設を含めた湖の周辺の木々の伐採、人々の定住やインフラ開発などの人間の活動は、水質の劣化につながった要因の一つと考えられる。Karago 湖は、魚や清浄な水の主な供給源であったが、これらの人間活動が、土壌浸食や汚濁排水負荷に直接繋がっており悪影響を及ぼしている。現在、湖の水は生活用水として利用され、湖は水泳の場としても利用されている。湖へは土壌粒子や栄養塩などの様々な物質を運び、湖の水質に影響を与える可能性大きい Nyamukongoro 川が流入している。



写真 4-5.3 Karago 地域 左 : Karago 湖、右 : Nyamukongo 川

#### 4) Kinigi

Kinigi 地域は MUSANZE 地区の北州に位置し、洗礼に使用されることでよく知られている Jordan 川が調査地点の一つである。

河川は、住宅地を通過するため、農業や商業活動により汚染されている。図に示すとおり、河川水を入浴、洗濯、様々な活動に使用する周囲の人々は、水質に影響を与えている。



写真 4-5.4 Kinigi 地域: Jordan 川とその周辺

Kinigi 地域にある Susa 川を調査地点として選定したが、写真に示すとおり、調査時においては乾季により水が無く、サンプルを収集することができなかった。



写真 4-5.5 Susa 川（乾季のため水がない）

そこで、乾季で採水が困難であった Susa 川の代わりに、近傍にある Cyabirumba 水源（写真

4-5.6) を調査地点として選定した。これは、Sabyinyo 火山の近く Musanze 地区北部州に位置し、本年の春から、地元民へ水供給が行われている。ただし、水源は適切に管理されていないため、水質は周辺の様々な人為活動の影響を受けている。泉の周囲には農業活動や畜産（牛）が見られ、泉の水質に影響を及ぼしているものと考えられる。Cyabirumba 水源は、周辺の人々にとって唯一の清潔な水の供給源であるため、周辺や涵養域の適正な管理が望まれる。近傍には同様に水利用されている Rubindi 湧水（写真 4-5.7）、Cyabararika 湧水（写真 4-5.8）がある。



写真 4-5.6 Kinigi 地域：Cyabirumba 水源

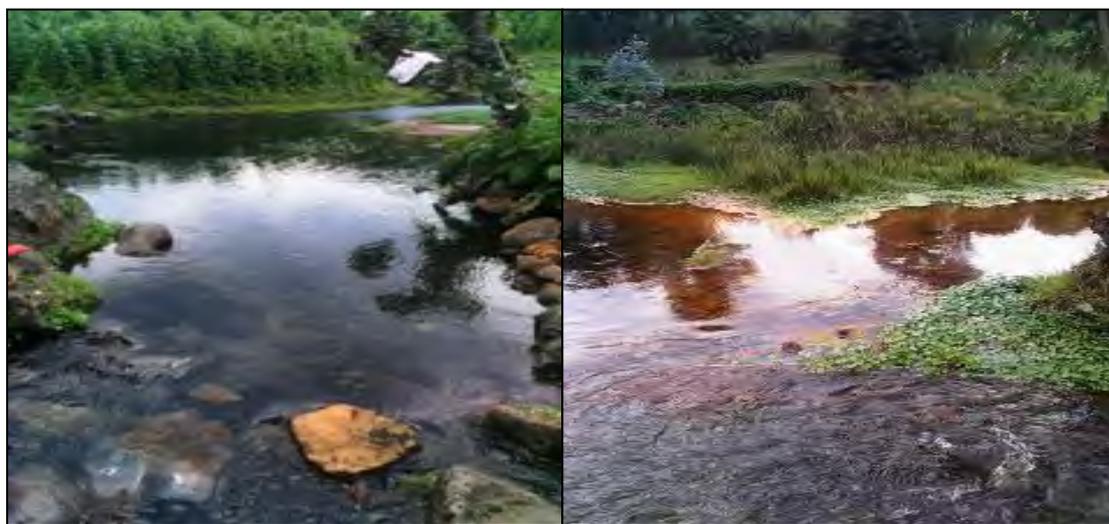


写真 4-5.7 Kinigi 地区 Rubindi 湧水



写真 4-5.8 Kinigi 地区 Cyabararika 湧水

#### 5) Karisimbi

このエリアでは、Cyamabuye 湧水の調査を行った。Cyamabuye 湧水は Nyabihu 地区の西部の州にある泉である。適切な管理のもと地下から泉を汲み上げており、周辺の人々の飲料水として供給されている。水源施設はユーカリ農園に囲まれた主要道路 Kigali-Rubavu の近くにある。



写真 4-5.9 Karisimbi 地区 Cyamabuye 水源

## (2) 水質調査結果

水質調査結果を以下にまとめる。RBS (Rwanda) の水質基準も併記し評価を行った。

### 1) 温度

開発候補地における 9 箇所の調査地点の水温は 16.1~40.6°C の範囲であった(図 4-5.8)。Jordan

泉での温度が一番低く、最も高温だったのは Bugarama 川 (上流地点) であった。水温は季節や、測定時間、測定高度や日射量の他、各種の自然要因、人為的要因に影響を受ける。Bugarama 川で測定された高水温は自然要因によるもので、この地に地熱開発の潜在性が高いことを示唆している。

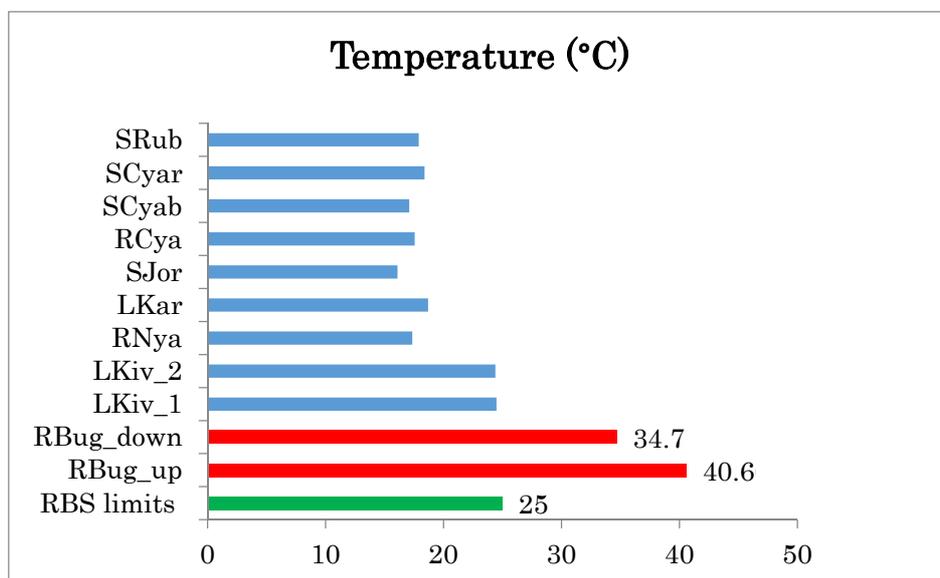


図 4-5.8 水温 (°C) 調査結果

緑の線は RBS の基準値 (限界値) を示しており、赤い線は RBS の基準値を上回る温度を、青い線は RBS の基準値以下の温度を示す。

水温の差異が及ぼす重要な点のひとつは、酸素などのガスの溶解度を変化させることにある。温かい水よりも、冷たい水にガスは溶解しやすい。サケのような魚類は高濃度の溶存酸素を必要とし、冷たい水にしか生息できない。水温はまた、代謝速度や、水生生物の成長速度、植物の光合成の速度、河川の溶存酸素量、病気や寄生虫や有害物質の生物への罹患率に影響を及ぼす。水温が高くなると、植物の成長速度と枯死速度が速くなり、その枯死分解時に酸素を消費する。水温変化はまた水生生物の活動に影響を及ぼし、その結果、河川の水質を変化させることとなる (Sekomo et al., 2011)。

## 2) pH

pH (水素イオン濃度) は、1.0 から 14.0 の尺度で、対象物のアルカリ度や酸性度を示す数値である。pH は水質評価における重要項目であり、水中の様々な生物学的あるいは化学的反応に影響を及ぼす。今回の評価では、pH の値は Cyabiruma 水源の 6 から、Kivu 湖 2 での 8.7 までの範囲であった。全ての測定値は、家畜用飲水の RBS の水質基準をクリアした。

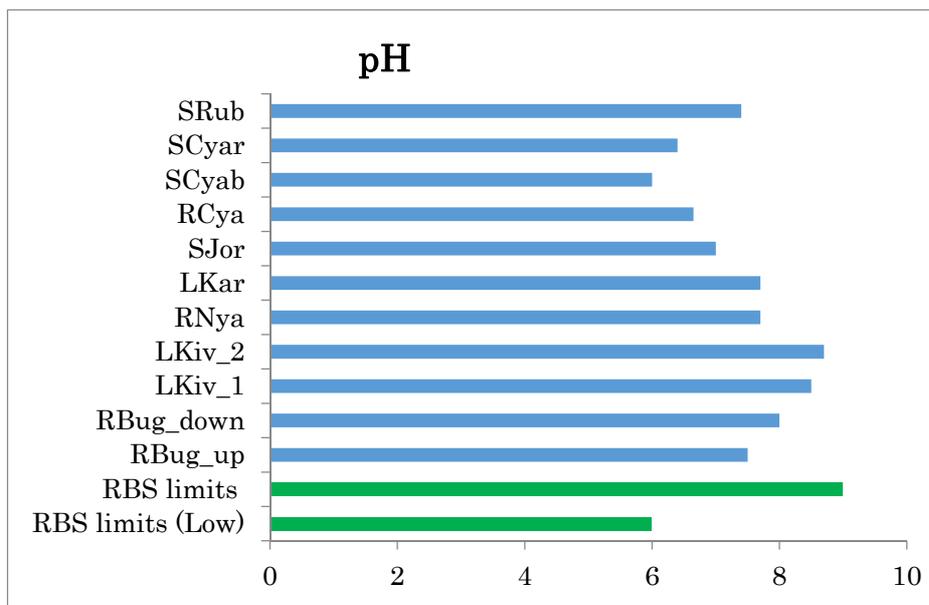


図 4-5.9 pH 調査結果

緑の線が RBS の基準値を示し、青い線が RBS の基準値内の値であることを示す。

3) 電気伝導率

電気伝導率 (EC) は、水中に含まれているミネラルイオンの含有量の指標である。EC の値が大きくなるとミネラルが多く含まれているか、蒸発が盛んに起こっていることを示す。調査結果は、Cyabiruma 水源で 120.1  $\mu$  S/cm、Bugarama 川の上流で 2110.3  $\mu$  S/cm で比較的高かった (図 4-5.10)。今回の評価結果によれば、作物に対しては、多くの地点において、測定値の半分以下程度の方が望ましい (例えば Bugarama 川や Kivu 湖の測定値) と考えられるが、何れも、水も人の飲用には耐えるものと評価される。灌漑に使用される場合は、適切な土壌管理、排水、作物の塩分への耐性などを考慮する必要がある。

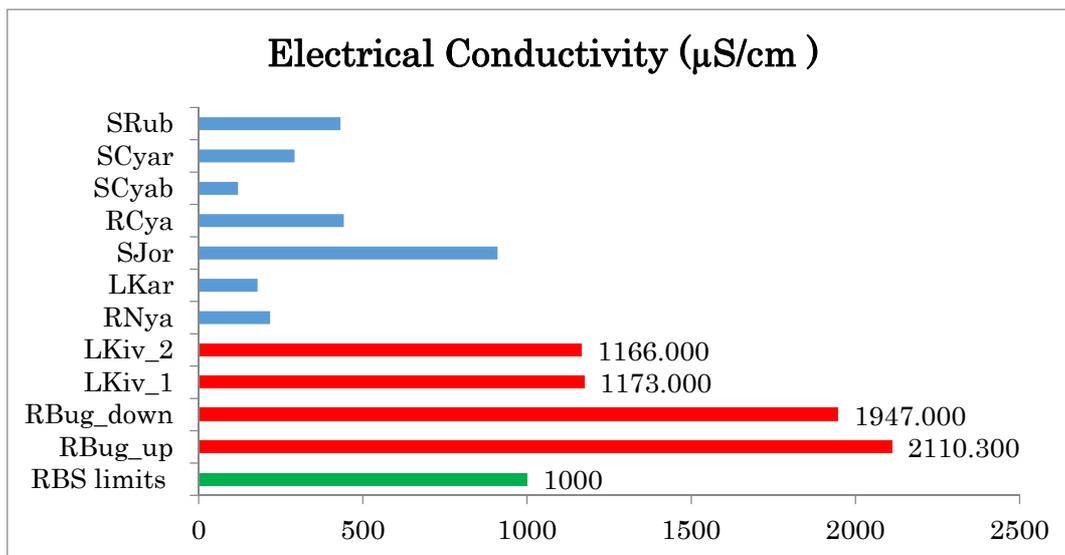


図 4-5.10 電気伝導率 ( $\mu$  S/cm) 調査結果。

緑の線が RBS の基準値を、赤い線が RBS の基準値を超えた値を、青い線が RBS の基準値内の値を示す。

#### 4) 濁度と透明度（セッキ円板計測）

濁度とセッキ円板測定は水中の懸濁物質の混入の程度の指標である。混濁は懸濁性無機物や有機物によって引き起こされる。濁度が高いと水中での光の透過性が下がり、水中の水生植物による光合成の度合いが低減される。

今回の調査結果によれば、濁度の値は Cyabiruma 水源の 0.4NTU から Nyamukongo 川の 71.2NTU の範囲であった。図 4-5.11 が示すとおり、Kivu 湖、Cyamabuye の泉、Cyabiruma 水源を除いて、各地点の測定値が許容値（RBS の基準値）を超過した。これは、先述のとおり、調査地が（Nyamukongo 川）周囲の丘からの土壌浸食に影響を受けているという地理的要因によるものである。

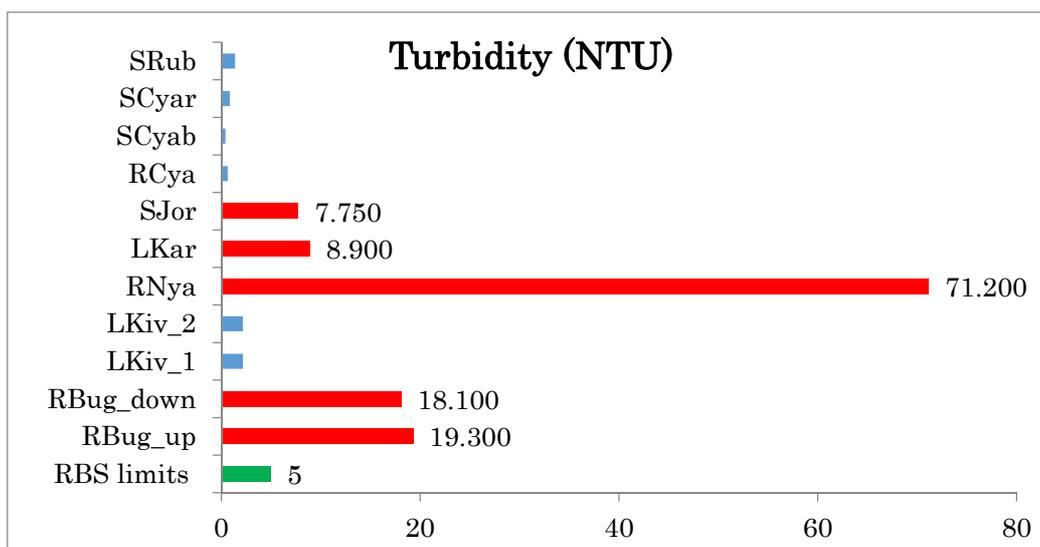


図 4-5.11 濁度（NTU）調査結果

緑の線が RBS の限度を示し、赤い線が RBS の限度を超えた値、青い線が RBS の限度内の値であることを示す。

一方、セッキ円板での測定結果は、Karago 湖での 99.0cm から Kivu 湖での 185.0cm までの値をとった。下記の表から、1.85m をフィートに換算すると、その値は 6.07 フィートであり、良い水質といえる。

一般的に、汚染は水の透明度を下げる。水辺開発や配慮を欠いた土地利用が土壌浸食や水中への有機物や栄養分の流入を促進し、それが懸濁物質を増やし、藻類の生長を促進することとなる。そのため、水辺の開発においては、水質保全のための汚染防止策を考慮することが重要である。

表 4-5.2 透明度計測指標

<b>PARAMETER: SECCHI DISK TRANSPARENCY</b>	
<b>Unit of Measurement:</b> feet	
<b>Description:</b> A naked-eye measure of water clarity generally correlated with the amount of planktonic algae in the river, but can also relate to the turbidity from suspended soil particles.	
<b>Visual observation:</b> Clear, green, brown	
<b>Class A NH surface water quality standard:</b> No numeric standard	
<b>Class B NH surface water quality standard:</b> No numeric standard	
<b>Categories</b>	
< 4	Poor
4 - 15	Good
> 15	Excellent

## 5) 硬度

水の硬度は、天然水中のミネラルの含有量の指標である。カルシウムイオン ( $\text{Ca}^{2+}$ ) とマグネシウムイオン ( $\text{Mg}^{2+}$ ) の両者が水の硬度を示すため、両成分を分析した。両物質は水中に天然に存在し、石灰岩、大理石、方解石、苦灰石、石膏、蛍石、燐灰石といった岩石から溶出する。

カルシウムイオン ( $\text{Ca}^{2+}$ ) は硬度に大きく影響を及ぼし、他の物質の毒性を弱める。石灰土壌では、カルシウムは鉄を固定させる。そのため、土中に多くの鉄分があってもカルシウムが多いと鉄不足が生じ得る。カルシウムはまた他のイオンと化合し、溪流において斑点を形成することがある。これらの作用より、硬水は魚の金属摂取を抑制する。

マグネシウムイオン ( $\text{Mg}^{2+}$ ) は植物の葉緑素分子の中心となる元素であり、植物の光合成に必要である。マグネシウムは海水に見出されるだけでなく、河川や雨水にも含まれており、その結果環境中に自然に広く分布している。

今回の結果によると、カルシウムの含有量は 3.0mg/L から 10mg/L の範囲であり、一方マグネシウムの含有量は 2.0mg/L から 18mg/L の範囲であった。次の表に示すとおり、今回の調査地では全ての測定値が RBS の基準値の範囲内であった。

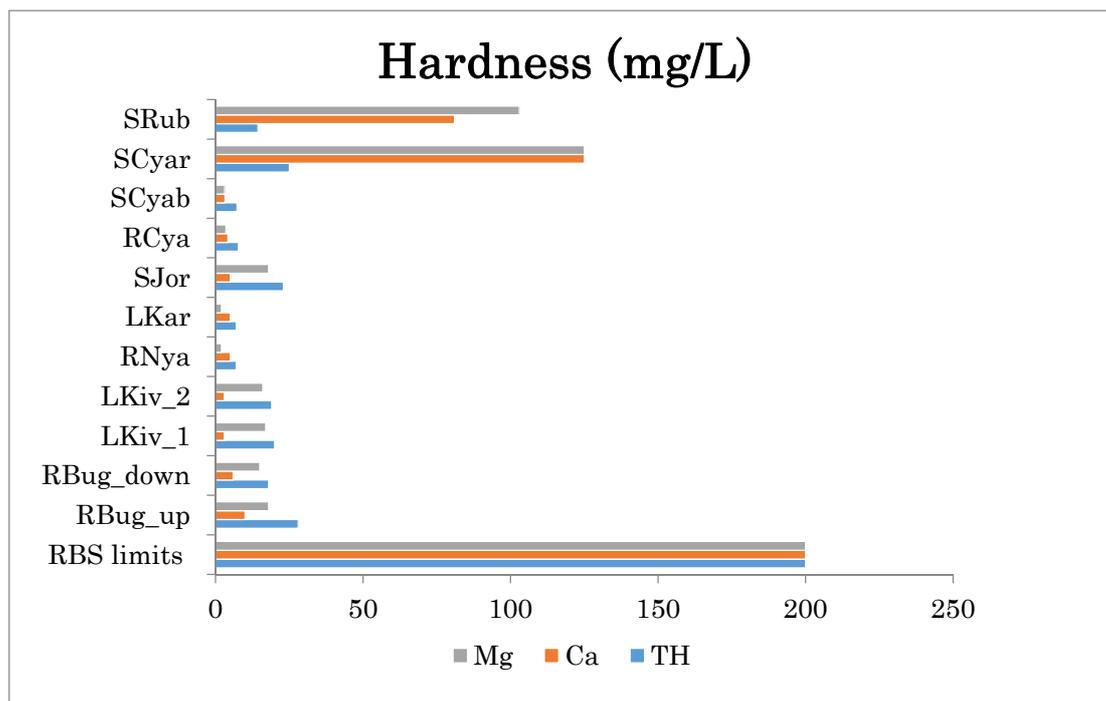


図 4-5.12 硬度 (mg/L) 調査結果

Mg<sup>2+</sup>, Ca<sup>2+</sup> 及び全硬度で示す。

#### 6) 溶存酸素, COD 及び BOD

溶存酸素 (DO) は水生生物への影響が大きい、水中の酸素量を示す重要な指標のひとつである。5mg/L 以下の DO 値は、通常、水に溶け込んだ有機物が多いことを示し、天然要因でも人為的要因でも生じうる。有機物の人為的起源は、家庭排水や農業廃棄物である。

DO の計測値は Bugarama 川 (上流+下流) の両か所が 4.9mg/L と低く、Kivu 湖が 6.6mg/L で高い値であった (図 4-5.13)。他の地点における DO 値は漁業や牧畜に用いる水として適切であるとされる基準に収まるものであった。Bugarama の河川で DO の値が低かったのは、高水温と有機物が多いことが原因と考えられる。これは更に、当該地における、農業活動が影響している可能性も考えられる。原因に係わらず、DO の値が低いと魚類の生息に障害となる (Chapman, 1966)。

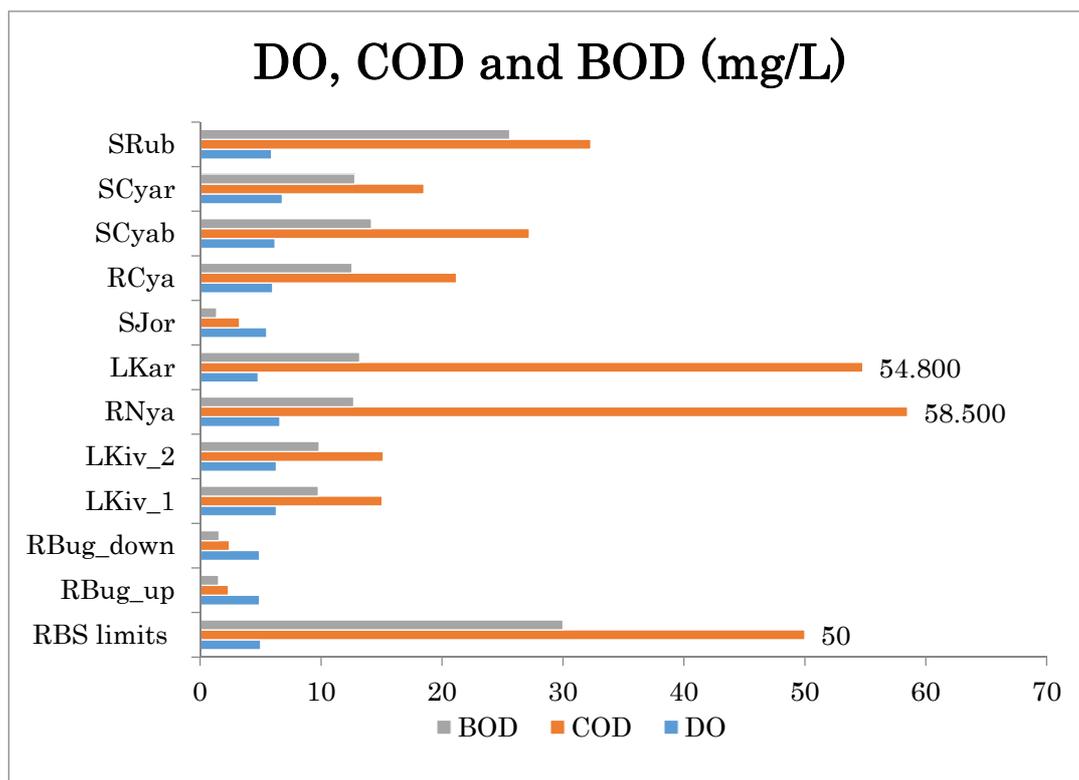


図 4-5.13 DO, COD 及び BOD (mg/L) 調査結果

COD（化学的酸素要求量）は、水中の有機物と無機物の酸化しやすさを測定する目的で広く使われている。調査結果は図 4-5.13 に示すとおり、Karago 湖と Nyamukongo 川で、表流水の基準値に比べて COD の値が高く検出された。

COD の値が高いということは、主に調査地点の周辺の間人活動によって水が汚染されていることを示すもので、周辺地での土壌浸食や農業活動を通じて生じた排水の流入が原因と考えられる。

BOD（生化学的酸素要求量）は水中の有機物による汚染の程度を把握するため、良く使われる指標である。BOD は、好気性の微生物が有機物を分解する際に代謝として必要とする、水生生物が生息する水環境から消費された酸素の量を測定するものである。また、BOD 値が高いということは、水中の酸素の量が少ないことにつながる。BOD 値が過度に高濃度となると、魚や他の動物が死滅する（UNEP、2006）。今回の評価では、BOD 値は全地点で問題のない良好な値を示した。

#### 7) 栄養塩

過剰に栄養塩を含んでいる水は富栄養型と呼ばれる。特に富栄養化に影響する栄養塩は窒素とリンである。両者とも有機態と無機態がある。無機態窒素の硝酸態窒素は好气的条件で有機性窒素の最終酸化された窒素イオンの形態であり、地表水、地下水いづれでも、汚染により高濃度になることが多い。硝酸態窒素が高いということは農業活動による肥料成分や産業排水の混入が疑われる。亜硝酸態窒素はアンモニア態窒素が消化され硝酸態窒素になる過程で生成される。毒性が強いが、滅多に高濃度となることはない。アンモニア態窒素は表層水、地下水においても低酸素の条件で高濃度となる。

植物及び微生物は栄養源としてこれらの窒素イオンを利用する。最終的に窒素イオンを利用した藻類などの一次生産者が増殖することで T-N が増加する。これらの富栄養化を引き起こす窒素負荷源としては、肥料や家畜排出物、人の排泄物、植物の分解物、雨水などがあげられる。

図.4-5.14 では 4.4~13.8mg/L の高濃度の TN が示され、硝酸態窒素も 3~12.6 mg/L と非常に高濃度である。これらは集水域の生活排水や農業活動の影響と考えられる。

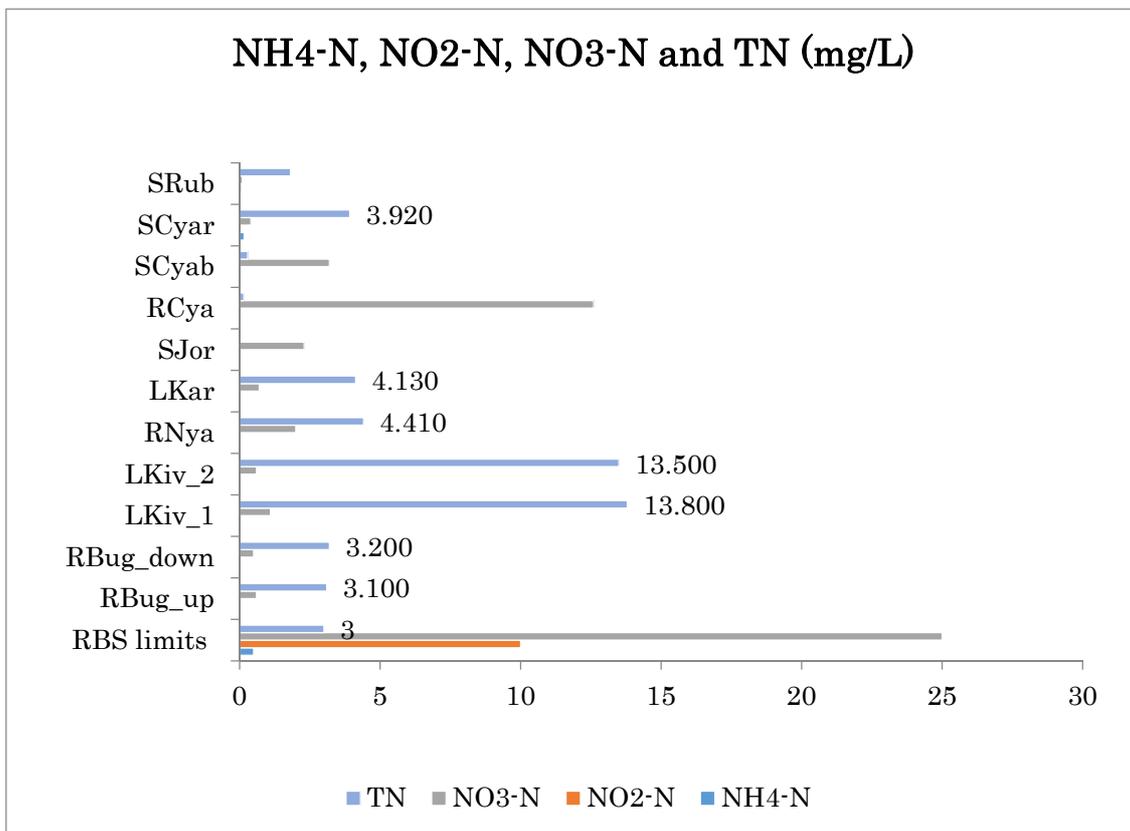


図 4-5.14 TN、NO<sub>3</sub><sup>-</sup>、NO<sub>2</sub><sup>-</sup> 及び NH<sub>4</sub><sup>+</sup> (mg/L) 調査結果

一方、リンは他の栄養成分と比較して環境中に低濃度でしか存在せず、水域の第一次生産を左右する制限栄養塩となることが多い。自然負荷は有機態リンが多いが、人畜の排泄物、リン鉱石、沈殿物の分解溶出による影響がある。富栄養化を引き起こす過剰な栄養塩は肥料や洗剤、鉱山が起源となる。

調査結果は Cyamabuye 湧水、jordan 湧水、Cyabirumba 水源などで高濃度となった。

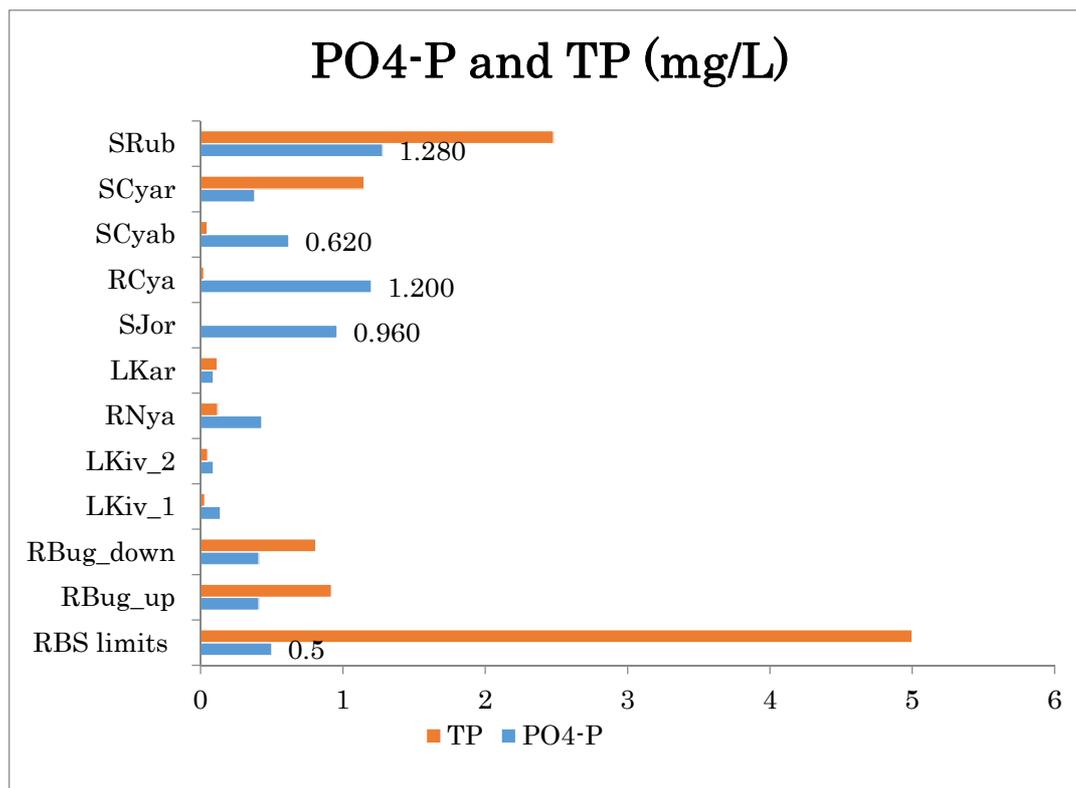


図 4-5.15 TP、PO<sub>4</sub>(mg/L) 調査結果

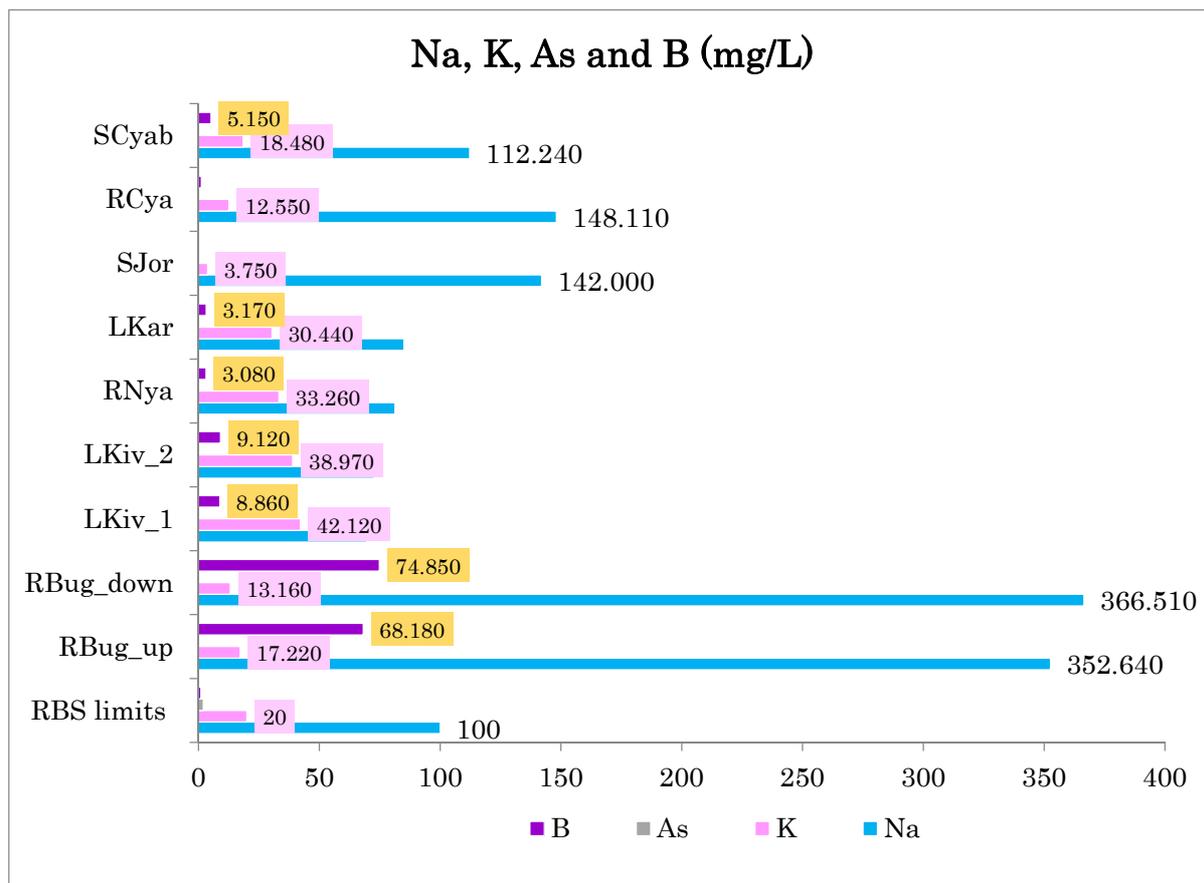
#### 8) ナトリウム、カリウム、ヒ素及びホウ素

これらの4元素は地熱の影響を受けることが多い。大古の地球でナトリウム (Na) は岩石や土壌から洗い出され海水を形成した。一般的に河川は 9 mg/L 程度のナトリウム含有量であるが、海水は 11,000mg/L のナトリウムを含有している。カリウム (K) は河川では 2~3mg/L の含有量である。

ヒ素 (As) は地殻に豊富に存在する。ヒ素は風化した石や土壌から地下水に溶出する。地熱地域では高濃度となることが多い。ヒ素の三酸化物である As<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (亜ヒ酸)、五酸化物 As<sub>2</sub>O<sub>5</sub> など毒性を有し、飲用により中毒を引き起こす。中毒症状はコレラの症状に類似している。

ホウ素 (B) はナトリウムなどとは異なり植物生長には必要な元素である。しかし必要量は微量で、濃度が増加すると逆に生長阻害を引き起こす。ホウ素はほとんどの穀物に障害を引き起こすが、許容範囲は広い。0.2mg/L から 1.2 mg/L で一部の作物には有毒となる。

調査結果は、ナトリウムは 60.7~367mg/L の範囲で、ホウ素は 0.017~74.85mg/L の範囲であった。ホウ素は Bugarama で高濃度となっており稲作への影響が懸念されるレベルである。ナトリウムやカリウムも一部の地域で基準値を上回っている。毒性の強いヒ素はいずれの地点でも未検出であった。



P.S: Cyabararika and Rubindi springs に関しては未測定

図 4-5.16 B、As、K 及び Na (mg/L) 調査結果

9) 硫酸及び塩化物イオン

ほとんどの自然水は塩化物イオン (Cl<sup>-</sup>) 及び硫酸イオン (SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>) を含んでいる。その濃度は集水域の地質的な無機物含有量によって大きく変動する。通常は低濃度で問題はないが、高濃度となるとしばしば問題となる。陸域では塩化物イオンはそれほど高濃度化することはないが、硫酸イオンは高濃度化する例があり各種の障害を引き起こしている。

いずれのイオンも低濃度であれば、適度に飲用水に好ましい味をつける。しかしながら、過度の高濃度化は、飲み水として不快感を与える。

調査結果は塩化物イオンが 5.1 ~110mg/L、硫酸イオンが 2.2 ~44mg/L の範囲でいずれも基準値以下であった。

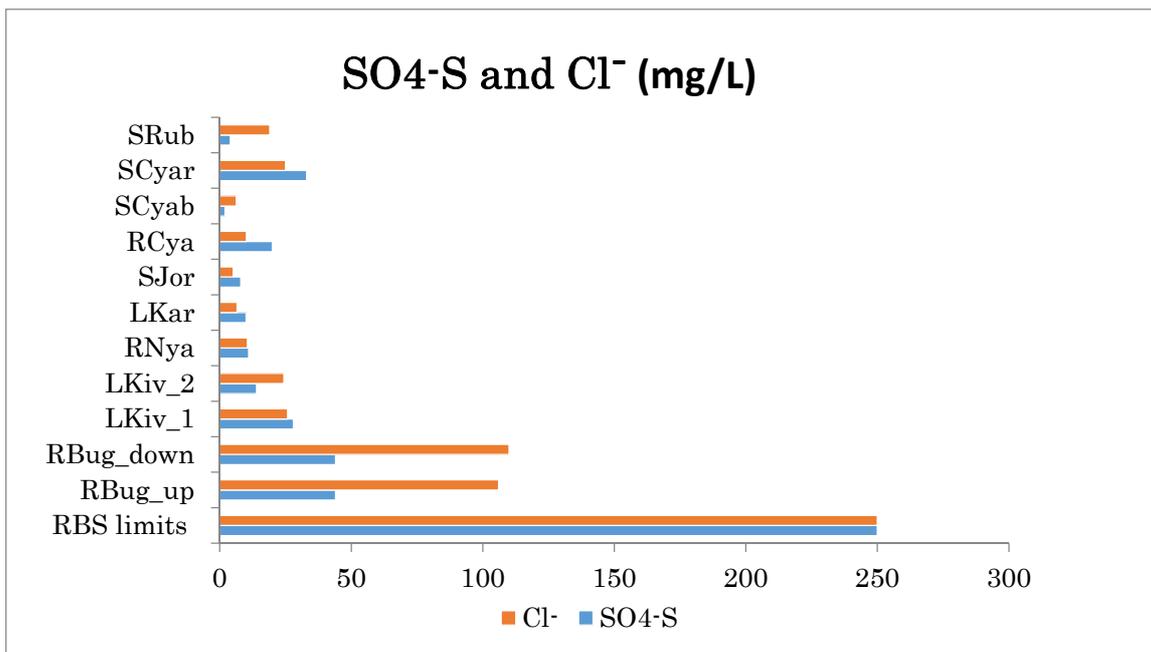


図 4-5.17 Cl<sup>-</sup>、SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> (mg/L) 調査結果

10) 鉄及びフッ素イオン

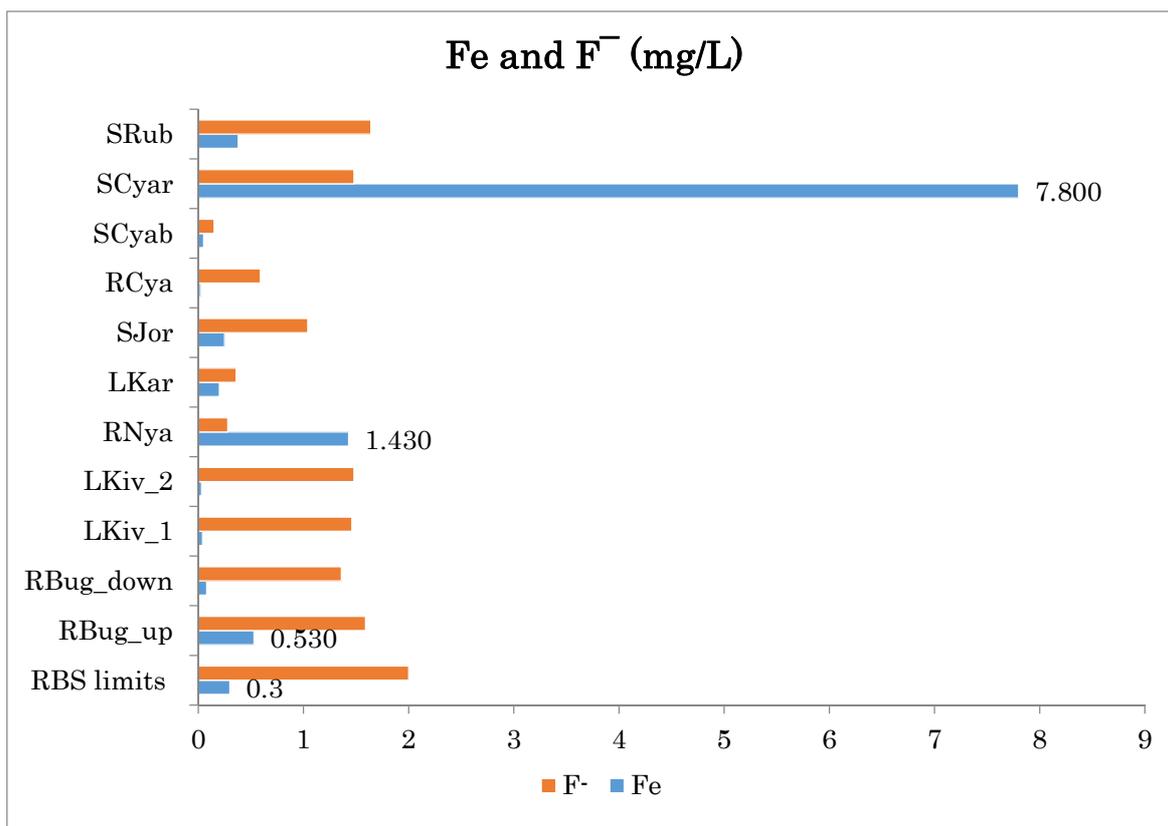


図 4-5.18 F<sup>-</sup>、Fe<sup>2+</sup> (mg/L) 調査結果

鉄イオン (Fe<sup>2+</sup>) 及びフッ素イオン (F<sup>-</sup>) に関して、フッ素イオンはすべての地点で RBS の基準値を下回った。鉄イオンは Cyabararika 湧水と Nyamakongo 川で基準値 (2mg/L) を上回っ

た(図 4-5.18)。

鉄イオンの発生は、環境条件、特に酸化還元条件に左右される。流れのある河川水など地表水では十分に曝気され酸化的条件にあるため、pH6.6～8.5 において数  $\mu\text{g/L}$  程度しかイオン状態では存在しない。また、pH7 以上の条件では鉄はほとんど三価の鉄として存在する。酸化的条件の水域の鉄はほとんど不溶性として沈殿するか、吸着される。したがって、よく通気された水中の鉄濃度は低い。一方、湖や貯水池の底層、地下水など還元化が進んだ水域では二価の鉄イオンとしてしばしば検出される。また、鉱物の影響や酸性鉱山排水などがある場合、高濃度で検出されることがある。

#### 11) 水銀及びグリース・油脂

水銀はここ数十年の代表的な環境汚染物質としてあげられる。1950 年代には早くも環境への水銀の放出が人間の健康に影響を及ぼすことが明らかとなっている。汚染初期に様々な生態系、特に魚や野生生物が水銀の放出を伴う人間活動影響を受け汚染し、生物濃縮により体中の水銀含有量が増加する。人の健康に対する影響は、このように汚染した動物類を人が摂取した場合に問題となる。

今回の調査ではいずれの地点でも水銀は検出されなかった。

グリースとオイルは地質的、自然的起源により検出されることもあるが、人工的な鉱油不揮発性のグリース、無極性オイルも含まれる。ヘキサンで抽出される不揮発性油脂によって測定され、多くの自然性のグリース・油脂（植物油、動物性油脂など）は極性があり、測定値から取り除かれる。シンガポールの 水利用における基準として 5～30mg/L の排出基準が定められている。タイの排出基準は 5mg/L である。ベトナムの基準は無機性の産業排水規制は不検出～5mg/L の範囲で、5～30mg/L まで基準が定められている。

今回の調査結果では、グリース・油脂類はほとんど検出されなかったが、Bugarama で 0.19、0.24mg/L が検出された。いずれも、各国の基準と比較して問題がないレベルと評価される。

#### 12) 糞便性大腸菌及びクロロフィル a

水環境における糞便性大腸菌の存在は水が人または他の動物の糞便により汚染されたことを示す。糞便性大腸菌が検出された場合、糞便中に存在する病原性細菌による汚染が疑われる。水中に存在する病原性の細菌としては、腸チフス、胃腸炎、A 型肝炎を引き起こす細菌、ウイルスが代表的である(<http://bcn.boulder.co.us/basin/data/FECAL/info/FColi.html>)。糞便性大腸菌が検出されることは、その水の飲用により人が健康を損なう可能性があることを示している。ルワンダ国内では糞便性大腸菌の汚染の原因として、下水の流出、人・動物の排泄物のノンポイント汚染源(面源など)からの流出が考えられる (UNEP, 2006)。

今回の調査結果では、Cyamabue 水源の 9cfu/mL から Bugarama 河川の 691cfu/mL の範囲で Bugarama の河川水で濃度が高く、RBS の基準値を大きく上回っている。(図 4-5.19)

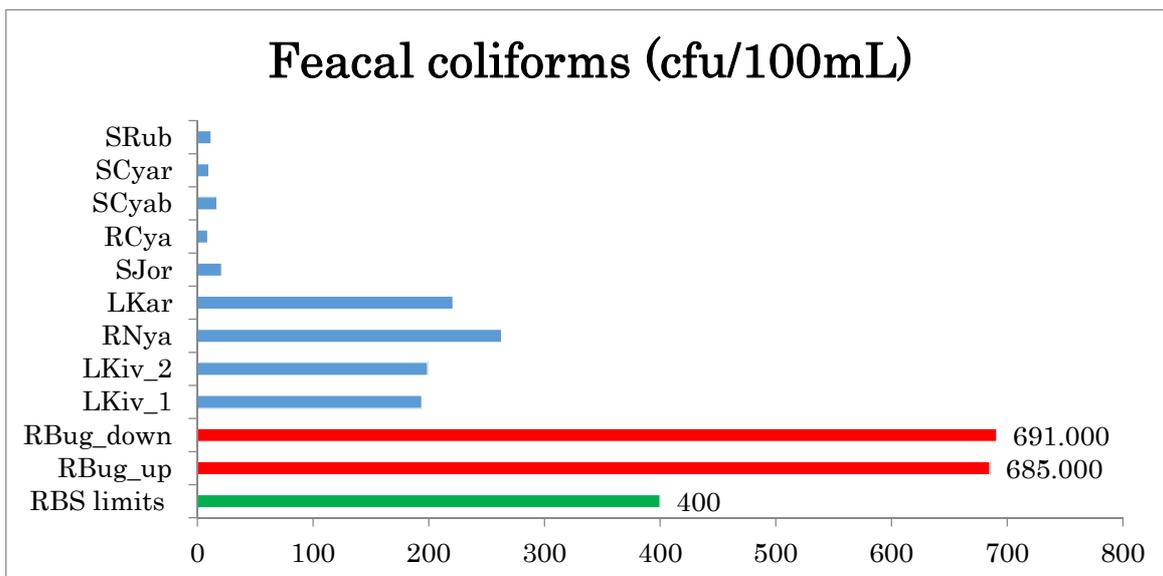


図 4-5.19 糞便性大腸菌(cfu/100mL) 調査結果

緑は RBS 基準を、赤は基準値を上回っていることを、ブルーは基準値内であることを示す。

クロロフィル a は通常、水中の植物や藻類の生産性を示す指標として使用される。クロロフィル a の増大として示される水域の水の華（アオコ）直接的な原因は、過大なリンや窒素の栄養塩である。10 μg/L までのクロロフィルはリン窒素の供給による富栄養化により藻類生産が促進され、10 μg/L に達すると、異臭味の問題などが生じはじめる。

今回の調査結果は Cyamabuye 水源～Karago 湖で 0.02 から 2.49 μg/L の範囲であった。湖沼の Kive 湖、Karago 湖でも低濃度で、現状は富栄養化の面で問題がないレベルである。

表 4-5.3 Chlorophyll-a 指標

<b>PARAMETER:</b> CHLOROPHYLL <i>a</i> (abbreviated as Chlor <i>a</i> )	
<b>Unit of Measurement:</b> micrograms/liter (abbreviated as μg/l)	
<b>Description:</b> An estimate of the biomass of planktonic algae in the river. The technical term "biomass" is used to represent "amount by weight". Chlorophyll <i>a</i> can be strongly influenced by phosphorus, which is derived by natural and human activities.	
<b>Visual observation:</b> Green, suspended particles	
<b>Class A NH surface water quality standard:</b> No numeric standard	
<b>Class B NH surface water quality standard:</b> No numeric standard	
Categories	
< 3	Excellent
3 - 7	Good
7 - 15	Less than desirable
> 15	Nuisance

13) まとめ

今回の水質調査結果より、地熱開発 EIA の立場からルワンダ国の水質の特性について取りまとめた。

#### (a) 雨季、乾季特性

年間の変動として、雨季、乾季の状況により河川などの環境が大きく異なる。事業開発、供用時の河川への排水の計画においては、それぞれの、水文、水質特性を踏まえた管理方針にしなければならない。北部地域の Kinigi の山麓部では乾季はほとんど河川水が流れないか、伏流している状況で、排水そのものが河川水として流下する可能性があり、水質への影響や、水域生態系への影響も考慮する必要がある。

#### (b) 地下水

ルワンダ国では、湧水（地下水）が生活用水に利用される地域が多い。一方、茶畑などの肥料散布を伴う畑作が盛んに行われている。畑作と地下水の関係の代表的環境問題として地下水の硝酸汚染問題がある。硝酸で汚染された水を飲用すると、乳幼児などに血液循環障害を引き起こす。地下水の硝酸汚染は10～数十年の年月を経て、障害が顕在化する特性をもつ。日本では、対策が後手となり、復旧が困難な地下水水源が数多く見られている。ルワンダ国においても長期的視野に立ち、地下水汚染の防除対策を実施する必要がある。事業開発においては、有機廃液や重金属などを水系や地下に排出、浸透させないように、十分な管理、保全対策を行わなければならない。

#### (c) 湖沼

Kivu 湖の水質は、現状では良好で、Kivu 湖の観光資源としての価値を高めている。しかしながら、ルワンダ国の経済発展に伴って、高栄養塩・有機物含有排水の流入、農薬などの汚染水及び濁水の流入負荷が増えている状況にある。Karago 湖は水深が浅いことから、今後、栄養塩負荷などの増加が継続されれば、毒性物質を生産する Cyanobacteria の Microcystis などの Water bloom の発生が懸念される。Water bloom は生物多様性を低下させ、生活、工業への水利用を困難にし、経済発展の障害となる。

事業開発においては、最終的に湖沼に流入する河川に関して、その流域全体でとらえ、水系全体の水質の現状を把握し、予測評価、保全対策の検討を行うことが望ましい。最終的に、これらのデータを公開し、流域圏全体の水質環境、生物環境、生活環境の管理に役立たせることが、持続可能な国家社会形成につながる。

Kive 湖の有害なメタンガスの発生を抑制する上でも有機汚濁物質の直接流入、有機物を生産する植物プランクトンを増殖させるリン、窒素の負荷は削減しなければならない。更に、将来的な下流域の国々への影響も踏まえて、長期的な施策が必要となる。

#### (d) Bugarama の河川

Bugarama の河川はその供給源が温泉地域であるため、温泉に起因する成分が高濃度となっている。事業開発時の調査・評価、水利用及び水質保全対策検討の上では、影響を及ぼす河川水の水質特性を考慮することが重要である。また、計画地下流域では河川水が灌漑用水として利用されているので、それらに対する影響も評価する必要がある。

### 4-5-6 騒音調査

#### (1) 騒音について

騒音は大気圧の変動、振動によって生じ、聴覚に影響を及ぼす。環境騒音の防止の目的は、現在の日常生活に不快感を与える音の防音、将来的に生活環境の質を低下させると予想される

騒音源の抑制である。

騒音の基本的な単位は dB（デシベル）であるが、人への影響を量的に評価するため聴覚補正をした dB(A)が利用されており、本調査でも dB(A)による計測を行った。

表 4-5.4 騒音レベルの例

騒音音圧レベル (dBA)	騒音源の一例	評 価
140	長距離砲、射撃手の耳元	非常にうるさい、耐える
130	苦痛の限界	できない
120	ジェット機離陸時の100m距離	
110	ナイトクラブダンスフロアー	
100	大型車の警笛 3 m距離	大変うるさい
90	大型トラック 10m距離	
80	混雑した通り沿い	うるさい
70	車内	
60	通常会話1m距離	中程度～静音
50	オフィス	
40	静音地域のリビング	静音～非常に静か
30	夜間のベッドルーム	
20	発生源のないレコーディングスタジオ	ほとんど無音

## (2) 調査方法

地熱開発においては建設時、供用時の各段階で騒音が発生する。建設時には建設機械の稼働に伴って、建設工事サイトにおける、一時的な水パイプライン、貯蔵タンク、車両などから、また、作業者の活動により騒音が発生する。また、アクセス道路での工事車両の通過により騒音が発生する。供用時には、発電所や生産井、還元井の機器（発電機、コンプレッサー、ポンプなど）より騒音が発生する。

今回は将来的にこれらの影響を評価するために、現況の騒音のベースラインを明かにするために調査を行った。

基本的な調査方法は下記の通りである。

- ・ 2014年6月、7月、8月に調査を行った。
- ・ 測定者は事前に騒音計測法の指導を受けた。
- ・ RIONの騒音レベルメーターにより計測を行った。
- ・ 騒音源及び騒音の変動状況を確認した。
- ・ 計測結果に影響を及ぼすと考えられる騒音の発生源を記録した。
- ・ 騒音計測地点の位置を確認し、地図上に記載した。
- ・ 計測は原則として10分間実施した。
- ・ 計測は天候を考慮して実施した。

### (3) 調査結果

調査結果を次頁より示す。その概要は以下のとおりである。

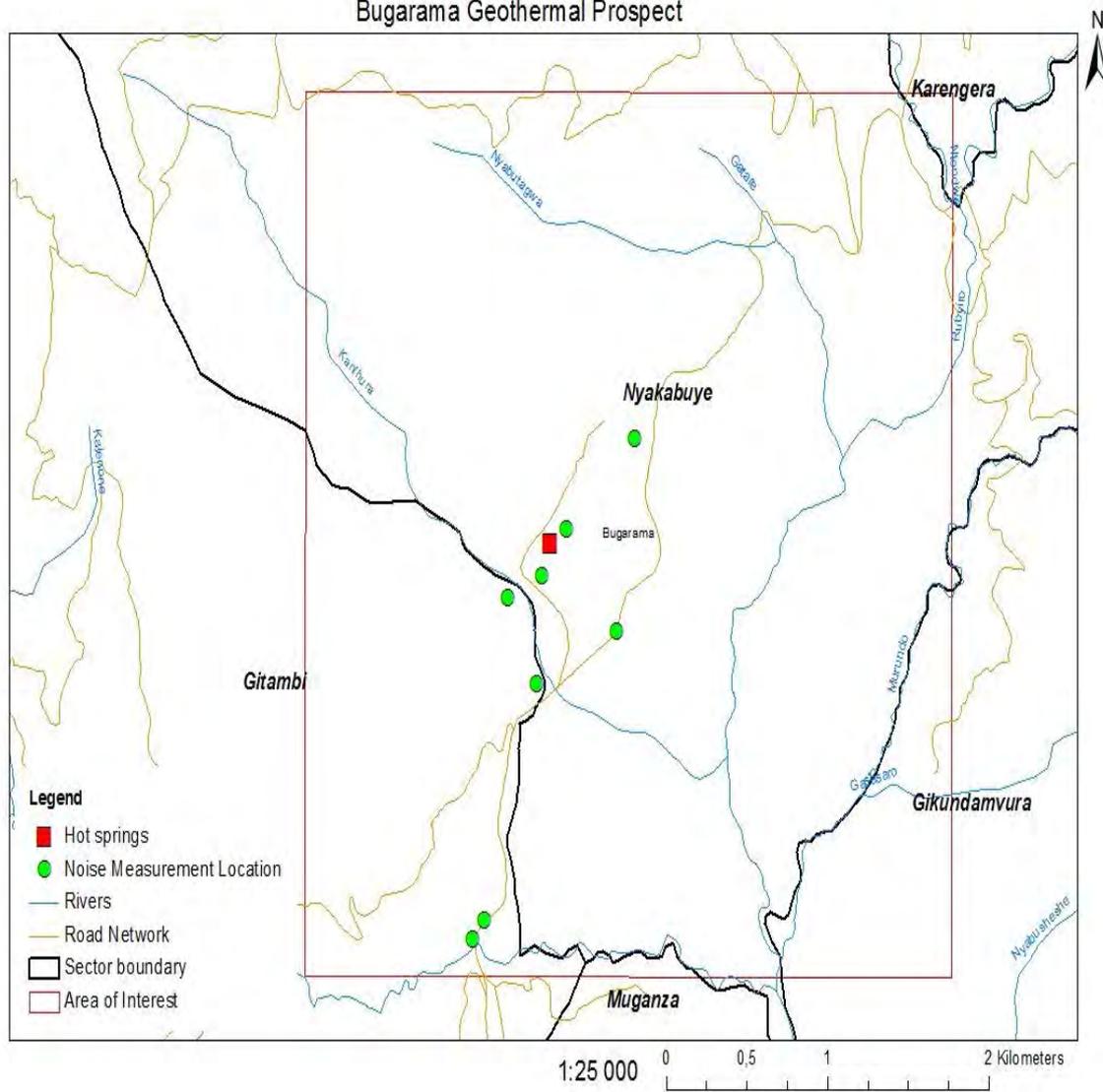
今回は、参考的に日中の道路沿いを中心に地点を選定し、各 10 分間の騒音計測を行った。

Bugarama は 43.0～71.0 dB(Leq)、Gisenyi は 59.8～70.6dB(Leq)、Karisimbi, Karago は 48.4～73.0dB(Leq)、Kinigi は 46.3～70.1dB(Leq)であった。各地点とも最大値は、車などの道路交通による影響で 70dB 程度の値となった。

最低値では、キニギが Kivu 湖の湖面の波の音、温泉観光者の声などの影響により比較的高い値となった。

# BUGARAMA

## Noise Measurement Locations Map Bugarama Geothermal Prospect



[出所] JICA チーム

図 4-5.20 Bugarama 地域の騒音測定地点

<b>Date: 27 /07/2014</b>		<b>Researcher: Emmanuel MANIRAFASHA</b>			
<b>Measurement location: X=0724010, Y=9713678</b>					
<b>Start time:11:58 am</b>		<b>End time:12:09 pm</b>		<b>Steady source</b>	
<b>Weather: Medium wind</b>			<b>Sound source</b>	<b>dB</b>	
<b>dB</b>		<b>Special report (No of Tra</b>		<b>Fluctuation source</b>	
L max	72.2	Car: 1	<b>Sound source</b>	<b>Frequency Level</b>	<b>Max dB</b>
L 5	63.0	Track: 1			
L 50	50.0	Bus:	wind	M	60.0
L 95	43.5	Machine:	Track (But very far)	L	67.6
L eq	56.0	Bike:	Car (Far)	L	60.2
L 10	59.5	Bicycle:	Chicken	M	53.3
L 90	44.7				
LE	83.8				

Related pictures



<b>Date: 23/07/2014</b>		<b>Researcher: Emmanuel MANIRAFASHA</b>			
<b>Measurement location: X=0723634, Y=9712478</b>					
<b>Start time: 1:00 pm</b>		<b>End time: 1:10 pm</b>		<b>Steady source</b>	
<b>Weather: Normal atmosphere</b>			<b>Sound source</b>		<b>dB</b>
<b>dB</b>		<b>Special report (No of Traffic)</b>		<b>Fluctuation source</b>	
L max	77.6	Car: Track: Bus: Machine: Bike: 1 Bicycle:	<b>Sound source</b>	<b>Frequency Level</b>	<b>Max dB</b>
L 5	63.6		Bike	L	72.3
L 50	56.3		Radio	H	61.1
L 95	51.2		Passenger talking on phone	L	56.6
L eq	59.1		Conversation of two women	M	65.8
L 10	61.7		A group of girls passing	L	64.0
L 90	52.2				
LE	86.9				

Related pictures



<b>Date: 22/07/2014</b>		<b>Researcher: Emmanuel MANIRAFASHA</b>			
<b>Measurement location: X=0724619, Y=9714787</b>					
<b>Start time: 1:23 pm</b>		<b>End time: 1:34 pm</b>		<b>Steady source</b>	
<b>Weather: Medium wind</b>			<b>Sound source</b>	<b>dB</b>	
<b>dB</b>		<b>Special report (No of Traffic)</b>		<b>Fluctuation source</b>	
L max	72.2	Car: 1 Track: Bus: Machine: Bike: Bicycle:	<b>Sound source</b>	<b>Frequency Level</b>	<b>Max dB</b>
L 5	58.1				
L 50	47.5		Wind	M	55.0
L 95	43.2		Car	L	61.3
L eq	52.5		Group of children	L	60.0
L 10	55.3		A man greet an other	L	67.4
L 90	43.9				
LE	80.3				

Related pictures



<b>Date: 22/07/2014</b>		<b>Researcher: Emmanuel MANIRAFASHA</b>		
<b>Measurement location: X=0723829, Y= 9714067</b>				
<b>Start time: 1:50 pm</b>		<b>End time: 2:02 pm</b>		<b>Steady source</b>
<b>Weather: Medium wind</b>			<b>Sound source</b>	<b>dB</b>
<b>dB</b>		<b>Special report (No of Traffic)</b>		<b>Fluctuation source</b>
L max	71.8	Car:	<b>Sound source</b>	<b>Frequency Level</b>
L 5	54.3	Track:		<b>Max dB</b>
L 50	46.2	Bus:	Children	L
L 95	41.2	Machine:	HH member smile	L
L eq	49.6	Bike:	Wind	M
L 10	51.4	Bicycle:		
L 90	42.1			
LE	77.4			

Related pictures



<b>Date: 23/07/2014</b>		<b>Researcher: Emmanuel MANIRAFASHA</b>			
<b>Measurement location: X=0724058, Y= 9713914</b>					
<b>Start time: 7:39 am</b>		<b>End time: 7:49 am</b>		<b>Steady source</b>	
<b>Weather: Normal atmosphere</b>			<b>Sound source</b>	<b>dB</b>	
<b>dB</b>		<b>Special report (No of Traffic)</b>		<b>Fluctuation source</b>	
L max	85.2	Car: 1	<b>Sound source</b>	<b>Frequency Level</b>	<b>Max dB</b>
L 5	70.9	Track: 2			
L 50	51.2	Bus:	Track	L	81.1
L 95	44.1	Machine:	Bike	M	67.9
L eq	65.9	Bike: 4	Car	L	75.3
L 10	67.9	Bicycle:	Children	M	47.3
L 90	45.3		Radio	L	65.3
LE	93.7				

Related pictures



<b>Date: 23/07/2014</b>		<b>Researcher: Emmanuel MANIRAFASHA</b>			
<b>Measurement location: X= 0724058, Y=9714129</b>					
<b>Entrance of Hot spring</b>					
<b>Start time: 8:50 am</b>		<b>End time: 9:01 am</b>		<b>Steady source</b>	
<b>Weather: Normal atmosphere</b>			<b>Sound source</b>	<b>dB</b>	
<b>dB</b>		<b>Special report (No of Traffic)</b>		<b>Fluctuation source</b>	
L max	63.3	Car:	<b>Sound source</b>	<b>Frequency Level</b>	<b>Max dB</b>
L 5	51.1	Track:			
L 50	44.1	Bus:	Bird	L	45.6
L 95	40.6	Machine:	Conversation of two men	M	51.5
L eq	46.5	Bike:	Child	L	57.2
L 10	49.6	Bicycle:			
L 90	41.2				
LE	74.2				

Related pictures



<b>Date:</b>		<b>Researcher: Emmanuel MANIRAFASHA</b>				
<b>Measurement location: X= 0724194, Y= 9714376</b>						
<b>Next right to the hot spring</b>						
<b>Start time: 9:10 am</b>		<b>End time: 9:20 am</b>		<b>Steady source</b>		
<b>Weather: Normal atmosphere</b>			<b>Sound source</b>		<b>dB</b>	
<b>dB</b>		<b>Special report (No of Traffic)</b>		<b>Fluctuation source</b>		
L max	58.3	Car: Track: Bus: Machine: Bike: Bicycle:		<b>Sound source</b>	<b>Frequency Level</b>	<b>Max dB</b>
L 5	46.0					
L 50	42.1			Greetings between two men	L	47.1
L 95	39.5					
L eq	43.0					
L 10	45.0					
L 90	40.0					
LE	70.8					

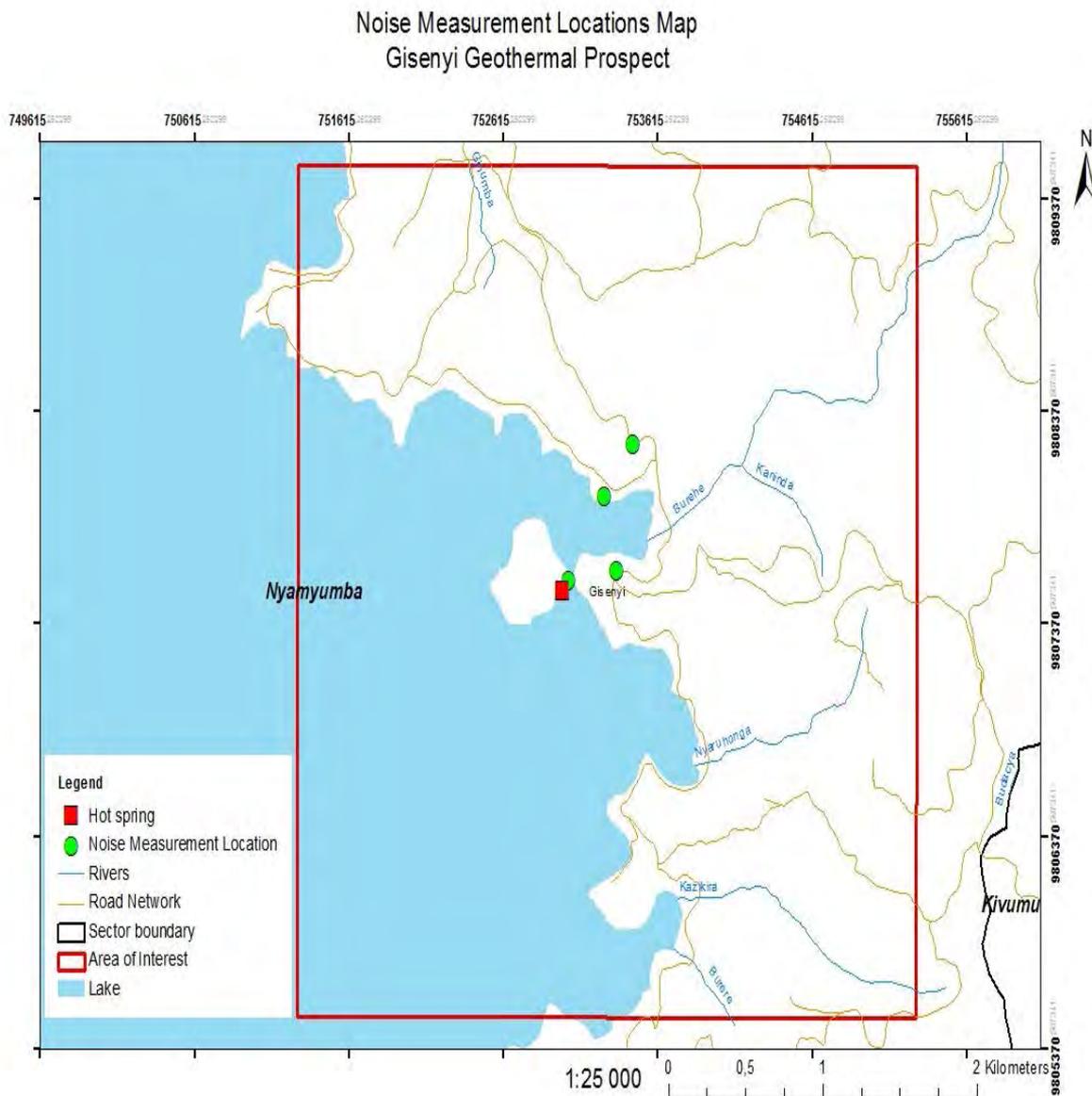
Related pictures



<b>Date: 22/07/2014</b>		<b>Researcher: Emmanuel MANIRAFASHA</b>			
<b>Measurement location: X=0723786, Y=9712663</b>					
<b>Start time: 10:21 am</b>		<b>End time: 10:31 am</b>		<b>Steady source</b>	
<b>Weather: Normal atmosphere</b>			<b>Sound source</b>	<b>dB</b>	
<b>dB</b>		<b>Special report (No of Traffic)</b>		<b>Fluctuation source</b>	
L max	90.8	Car:	<b>Sound source</b>	<b>Frequency Level</b>	<b>Max dB</b>
L 5	74.1	Track: 4			
L 50	57.1	Bus:	Track	M	90.4
L 95	49.1	Machine: 1	Human noise	H	65.7
L eq	71.0	Bike: 2	Bike	M	79.6
L 10	67.7	Bicycle:	Machine	L	62.4
L 90	50.0				
LE	98.8				

Related pictures





[出所] JICA 調査チーム

図 4-5.21 Gisenyi 地域の騒音調査地点

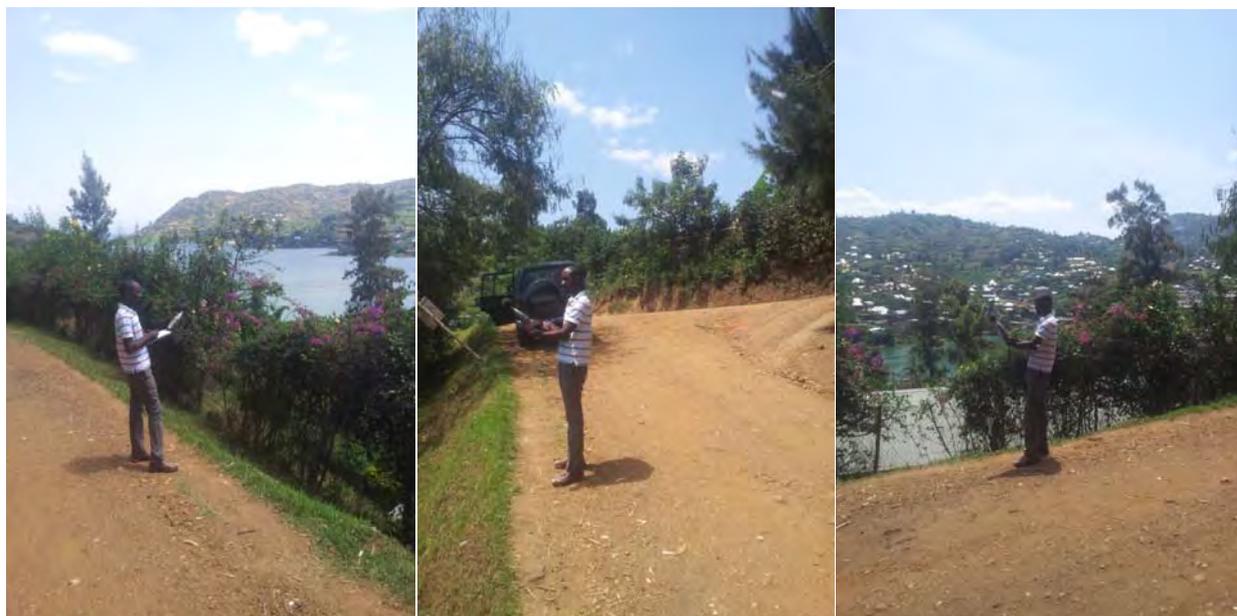
<b>4.5.7. Date: 30/07/2014</b>		<b>Researcher: Emmanuel MANIRAFASHA</b>			
<b>Measurement location: X=0753038, Y=9807573</b>					
<b>At hot spring</b>					
<b>Start time: 11:05 am</b>		<b>End time: 11:15 am</b>		<b>Steady source wave wind</b>	
<b>Weather: Normal atmosphere</b>			<b>Sound source</b>	<b>dB</b>	
<b>dB</b>		<b>Special report (No of Traffic)</b>		<b>Fluctuation source</b>	
L max	76.1	Car: Track: Bus: Machine: Bike: Bicycle:	<b>Sound source</b>	<b>Frequency Level</b>	<b>Max dB</b>
L 5	63.6				
L 50	58.5		Water flow	H	67.5
L 95	54.5		Bird	L	63.6
L eq	59.8		Tourists coming to visit hot spring	M	65.5
L 10	62.4				
L 90	55.3				
LE	87.5				

Related pictures



<b>4.5.8. Date: 30/07/2014</b>			<b>Researcher: Emmanuel MANIRAFASHA</b>		
<b>Measurement location: X=0753348, Y= 9807619</b>					
<b>Road to hot spring</b>					
<b>Start time:11:23 am</b>		<b>End time:11:33 am</b>	<b>Steady source</b>		
<b>Weather: Normal atmosphere</b>			<b>Sound source</b>		<b>dB</b>
<b>dB</b>		<b>Special report (No of Traffic)</b>	<b>Fluctuation source</b>		
L max	86.5	Car: 2	<b>Sound source</b>	<b>Frequency Level</b>	<b>Max dB</b>
L 5	70.2	Track:	car	L	86.0
L 50	56.8	Bus:	Bike	H	67.4
L 95	53.2	Machine:	Tourists	L	77.0
L eq	65.2	Bike: 7	Airplane	M	72.4
L 10	67.2	Bicycle:			
L 90	53.8				
LE	92.9				

Related pictures



<b>4.5.9. Date: 30/07/2014</b>		<b>Researcher: Emmanuel MANIRAFASHA</b>				
<b>Measurement location: X=0753269, Y= 9807966</b>						
<b>Fishing area (Near big ship)</b>						
<b>Start time: 11:42</b>		<b>End time: 11:52</b>		<b>Steady source</b>		
<b>Weather: Medium wind</b>		<b>Sound source</b>			<b>dB</b>	
<b>dB</b>		<b>Special report (No of Traffic)</b>		<b>Fluctuation source</b>		
L max	85.8	Car: 1 Track: Bus: Machine: Bike: Bicycle:		<b>Sound source</b>	<b>Frequency Level</b>	<b>Max dB</b>
L 5	76.1					
L 50	66.9			Bird	L	78.5
L 95	59.5			Noise from a Man	M	62.6
L eq	70.6			Wind	M	80.7
L 10	74.5			Car	L	74.3
L 90	60.9			Ship construction (Soldering)	M	77.6
LE	88.3					

Related pictures



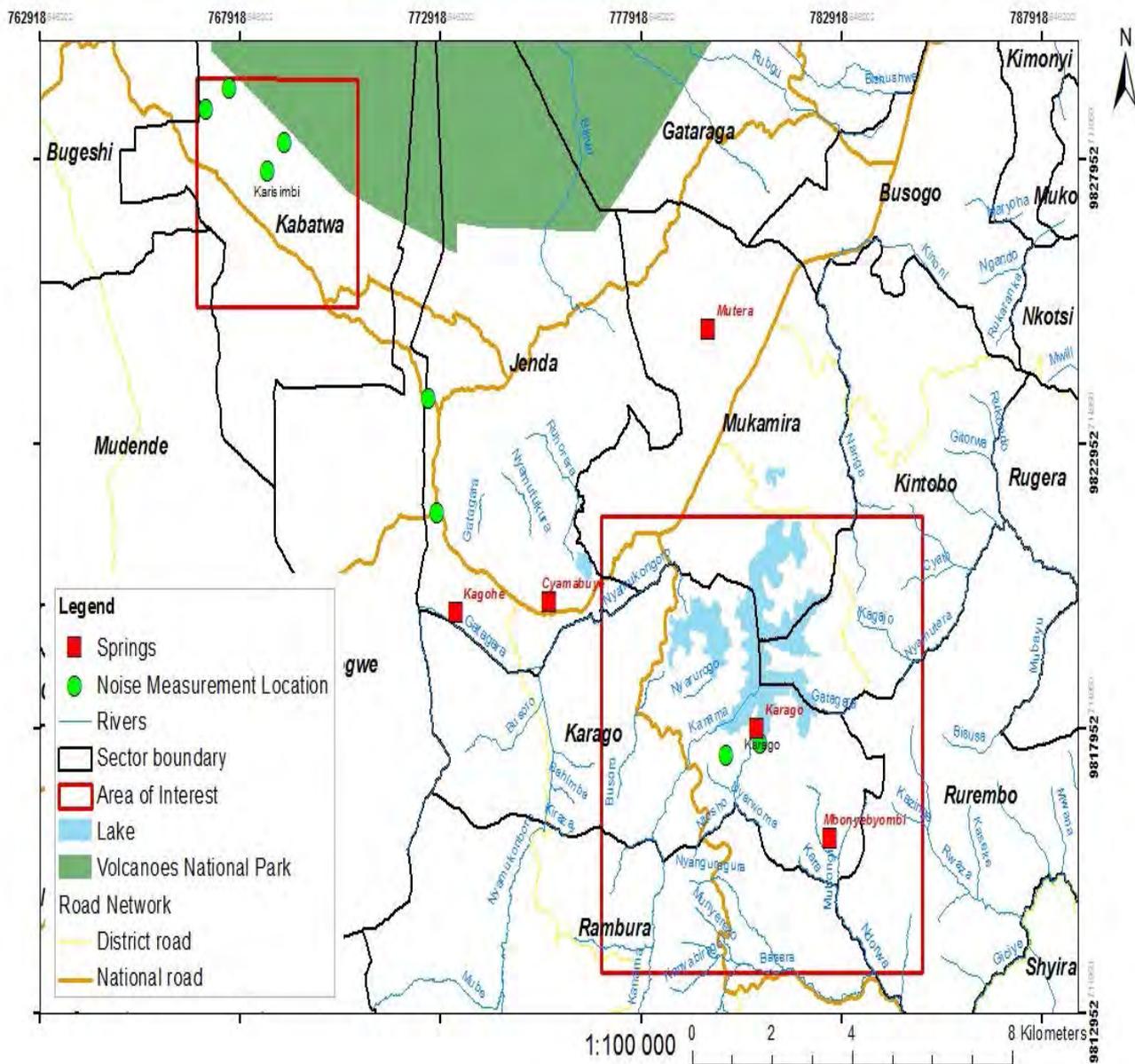
<b>4.5.10. Date: 30/07/2014</b>			<b>Researcher: Emmanuel MANIRAFASHA</b>		
<b>Measurement location: X= 0753457, Y= 9808211</b>					
<b>Traffic (Bralirwa road)</b>					
<b>Start time: 12:45 pm</b>		<b>End time: 12:55 pm</b>	<b>Steady source</b>		
<b>Weather: Normal atmosphere</b>			<b>Sound source</b>		<b>dB</b>
<b>dB</b>		<b>Special report (No of Traffic)</b>	<b>Fluctuation source</b>		
L max	86.4	Car: 7	<b>Sound source</b>	<b>Frequency Level</b>	<b>Max dB</b>
L 5	73.5	Track: 1			
L 50	59.0	Bus: 3	Track	L	85.9
L 95	53.3	Machine:	Car	M	77.5
L eq	67.0	Bike: 11	Group of girls	L	71.5
L 10	70.3	Bicycle:	Bike	H	77.8
L 90	53.8		Bus	L	81.7
LE	94.9				

Related pictures



# KARISIMBI-KARAGO

## Noise Measurement Locations Map Karisimbi-Karago Geothermal Prospect



[出所] JICA 調査チーム

図 4-5.22 Karisimbi と Karago 地域の騒音調査地点

<b>Date:01/08/2014</b>		<b>Researcher: Emmanuel MANIRAFASHA</b>				
<b>Measurement location: X=0780051, Y= 9817460</b>						
<b>Road to Karago hot spring</b>						
<b>Start time: 9:10 am</b>		<b>End time: 9:20 am</b>		<b>Steady source</b>		
<b>Weather: Medium wind</b>			<b>Sound source</b>		<b>dB</b>	
<b>dB</b>		<b>Special report (No of Traffic)</b>		<b>Fluctuation source</b>		
L max	77.1	Car:		<b>Sound source</b>	<b>Frequency Level</b>	<b>Max dB</b>
L 5	63.1	Track:				
L 50	52.2	Bus:		Wind	M	70.5
L 95	44.4	Machine:		Group of children	M	62.8
L eq	57.3	Bike:		Man passed with radio	L	64.2
L 10	60.6	Bicycle:		Woman greet other	L	68.9
L 90	45.7					
LE	85.1					

Related pictures



<b>Date: 01/08/2014</b>			<b>Researcher: Emmanuel MANIRAFASHA</b>			
<b>Measurement location: X= 0780889, Y= 9817675</b>						
<b>At Karago hot spring</b>						
<b>Start time: 9:46 am</b>		<b>End time: 9:56 am</b>		<b>Steady source</b>		
<b>Weather: Normal atmosphere</b>			<b>Sound source</b>		<b>dB</b>	
<b>dB</b>		<b>Special report (No of Traffic)</b>		<b>Fluctuation source</b>		
L max	72.3	Car: Track: Bus: Machine: Bike: Bicycle:		<b>Sound source</b>	<b>Frequency Level</b>	<b>Max dB</b>
L 5	52.5					
L 50	42.2			Noise from cow boy	M	52.2
L 95	37.7			Cattle	L	56.0
L eq	48.4					
L 10	49.6					
L 90	38.4					
LE	76.2					

Related pictures



<b>Date: 02/08/2014</b>			<b>Researcher: Emmanuel MANIRAFASHA</b>		
<b>Measurement location: X=0772623, Y= 9823744</b>					
<b>Traffic</b>					
<b>Start time: 9:55 am</b>		<b>End time: 10:05 am</b>	<b>Steady source</b>		
<b>Weather: Medium wind</b>			<b>Sound source</b>		<b>dB</b>
<b>dB</b>		<b>Special report (No of Traffic)</b>	<b>Fluctuation source</b>		
L max	85.1	Car: Track: Bus: Machine: Bike: 6 Bicycle:	<b>Sound source</b>	<b>Frequency Level</b>	<b>Max dB</b>
L 5	73.3				
L 50	60.3		Bike	M	84.9
L 95	52.6		Wind	M	71.3
L eq	67.4				
L 10	70.6				
L 90	53.8				
LE	95.2				

Related pictures



<b>Date: 02/08/2014</b>			<b>Researcher: Emmanuel MANIRAFASHA</b>			
<b>Measurement location: X=0772844, Y= 9821719</b>						
<b>Traffic at Sashwara (Main road Gisenyi-Musanze)</b>						
<b>Start time: 10:35</b>		<b>End time:10:45</b>		<b>Steady source</b>		
<b>Weather: Medium wind</b>			<b>Sound source</b>		<b>dB</b>	
<b>dB</b>		<b>Special report (No of Traffic)</b>		<b>Fluctuation source</b>		
L max	87.1	Car: 9		<b>Sound source</b>	<b>Frequency Level</b>	<b>Max dB</b>
L 5	77.5	Track:				
L 50	70.5	Bus: 7		Car	H	77.9
L 95	64.9	Machine:		Bus	M	86.4
L eq	73.0	Bike: 5		Wind	M	77.1
L 10	75.9	Bicycle:		Bike	L	78.4
L 90	66.0			Population motion	H	71.7
LE	100.8					

Related pictures



<b>Date: 06/08/2014</b>		<b>Researcher: Emmanuel MANIRAFASHA</b>		
<b>Measurement location: X=0768591, Y= 9827739</b>				
<b>South of site 1</b>				
<b>Start time: 10:01 am</b>		<b>End time: 10:11 am</b>		<b>Steady source</b>
<b>Weather: Normal atmosphere</b>			<b>Sound source</b>	<b>dB</b>
<b>dB</b>		<b>Special report (No of Traffic)</b>		
L max	77.1	Car:	<b>Fluctuation source</b>	
L 5	63.5	Track:	<b>Sound source</b>	<b>Frequency Level</b>
L 50	56.1	Bus:	Children	L
L 95	45.7	Machine:	Sheep	L
L eq	59.0	Bike:		
L 10	62.0	Bicycle:		
L 90	47.0			
LE	86.7			

Related pictures



<b>Date: 06/08/2014</b>			<b>Researcher: Emmanuel MANIRAFASHA</b>		
<b>Measurement location: X=0769031, Y= 9828223</b>					
<b>North of site 1</b>					
<b>Start time: 10:41 am</b>		<b>End time: 10:51 am</b>	<b>Steady source</b>		
<b>Weather: High wind</b>			<b>Sound source</b>		<b>dB</b>
<b>dB</b>		<b>Special report (No of Traffic)</b>	<b>Fluctuation source</b>		
L max	75.4	Car: Track: Bus: Machine: Bike: Bicycle:	<b>Sound source</b>	<b>Frequency Level</b>	<b>Max dB</b>
L 5	64.6				
L 50	54.5		Wind	H	72.8
L 95	51.0				
L eq	58.7				
L 10	61.7				
L 90	51.5				
LE	86.5				

Related pictures



<b>Date: 06/08/2014</b>			<b>Researcher: Emmanuel MANIRAFASHA</b>		
<b>Measurement location: X= 0767080, Y= 9828819</b>					
<b>South of Site 2</b>					
<b>Start time: 11:23 am</b>		<b>End time: 11:33</b>	<b>Steady source</b>		
<b>Weather: Medium wind</b>			<b>Sound source</b>		<b>dB</b>
<b>dB</b>		<b>Special report (No of Traffic)</b>	<b>Fluctuation source</b>		
L max	79.4	Car: Track: Bus: Machine: Bike: Bicycle:	<b>Sound source</b>	<b>Frequency Level</b>	<b>Max dB</b>
L 5	65.3				
L 50	51.4		Wind	M	65.1
L 95	42.7		Woman greet other	L	73.3
L eq	59.4		Children	M	64.4
L 10	62.2		Bird	L	74.1
L 90	44.1				
LE	87.2				

Related pictures



<b>Date: 06/08/2014</b>		<b>Researcher: Emmanuel MANIRAFASHA</b>				
<b>Measurement location: X=0767661, Y= 9829189</b>						
<b>North of site 2</b>						
<b>Start time: 11:58 am</b>		<b>End time: 12:08 pm</b>		<b>Steady source</b>		
<b>Weather: Medium wind</b>			<b>Sound source</b>		<b>dB</b>	
<b>dB</b>		<b>Special report (No of Traffic)</b>		<b>Fluctuation source</b>		
L max	78.2	Car: Track: Bus: Machine: Bike: Bicycle:		<b>Sound source</b>	<b>Frequency Level</b>	<b>Max dB</b>
L 5	64.3					
L 50	49.1			Wind	M	68.7
L 95	40.4			Bird	L	64.4
L eq	58.1			Children	L	67.2
L 10	61.2					
L 90	41.8					
LE	85.9					

Related pictures



# KINIGI

## Noise Measurement Locations Map Kinigi Geothermal Prospect

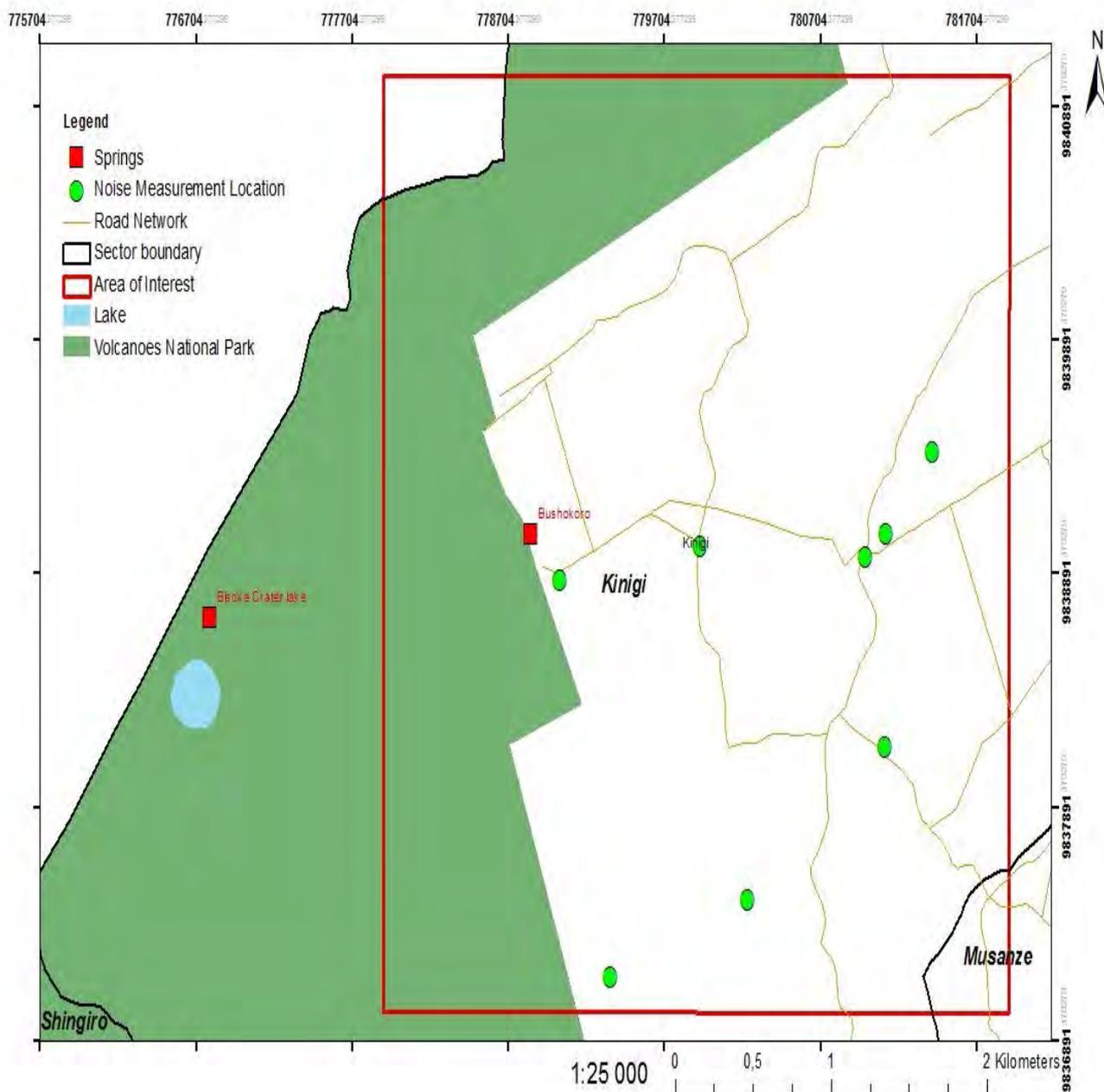


図 4-5.23 Kinigi 地域騒音調査地点

<b>Date: 05/06/2014</b>		<b>Researcher: Emmanuel MANIRAFASHA</b>			
<b>Measurement location: X=0779034, Y= 9838863</b>					
<b>North of site 1 (Buffer zone)</b>					
<b>Start time: 9:05 am</b>		<b>End time: 9:15 am</b>		<b>Steady source</b>	
<b>Weather: High wind</b>			<b>Sound source</b>		<b>dB</b>
<b>dB</b>		<b>Special report (No of Traffic)</b>		<b>Fluctuation source</b>	
L max	80.5	Car:	<b>Sound source</b>	<b>Frequency Level</b>	<b>Max dB</b>
L 5	72.8	Track:			
L 50	63.2	Bus:	Child crying	M	65.7
L 95	49.9	Machine:	Wind	H	78.3
L eq	67.0	Bike:	Tourists motion and conversation	M	74.0
L 10	70.9	Bicycle:			
L 90	53.0				
LE	94.8				

Related pictures



<b>Date: 05/06/2014</b>			<b>Researcher: Emmanuel MANIRAFASHA</b>		
<b>Measurement location: X=0779933, Y= 9839008</b>					
<b>At site 1</b>					
<b>Start time: 9:42 am</b>		<b>End time: 9:53 am</b>	<b>Steady source</b>		
<b>Weather: Medium wind</b>			<b>Sound source</b>		<b>dB</b>
<b>dB</b>		<b>Special report (No of Traffic)</b>	<b>Fluctuation source</b>		
L max	74.1	Car: Track: Bus: Machine: Bike: Bicycle:	<b>Sound source</b>	<b>Frequency Level</b>	<b>Max dB</b>
L 5	60.8				
L 50	47.0		Wind	M	67.6
L 95	41.1		Woman	L	58.4
L eq	54.2				
L 10	57.6				
L 90	42.1				
LE	82.0				

Related pictures



<b>Date: 05/06/2014</b>			<b>Researcher: Emmanuel MANIRAFASHA</b>			
<b>Measurement location: X=0779359, Y= 9837160</b>						
<b>North of site 2 (Buffer zone)</b>						
<b>Start time:10:53 am</b>		<b>End time: 11:03 am</b>		<b>Steady source</b>		
<b>Weather: Medium wind</b>			<b>Sound source</b>		<b>dB</b>	
<b>dB</b>		<b>Special report (No of Traffic)</b>		<b>Fluctuation source</b>		
L max	69.8	Car:		<b>Sound source</b>	<b>Frequency Level</b>	<b>Max dB</b>
L 5	52.4	Track:				
L 50	43.4	Bus:		Wind	M	56.2
L 95	40.5	Machine:		Cattle	L	51.1
L eq	48.2	Bike:				
L 10	49.5	Bicycle:				
L 90	41.0					
LE	76.0					

Related pictures



<b>Date: 05/06/2014</b>		<b>Researcher: Emmanuel MANIRAFASHA</b>				
<b>Measurement location: X=0780236, Y= 9837492</b>						
<b>At site 2</b>						
<b>Start time: 11:42 am</b>		<b>End time: 11:52 am</b>		<b>Steady source</b>		
<b>Weather: Low wind</b>			<b>Sound source</b>		<b>dB</b>	
<b>dB</b>		<b>Special report (No of Traffic)</b>		<b>Fluctuation source</b>		
L max	70.7	Car: Track: Bus: Machine: Bike: Bicycle:		<b>Sound source</b>	<b>Frequency Level</b>	<b>Max dB</b>
L 5	50.2					
L 50	41.7			Wind	L	61.5
L 95	37.3					
L eq	46.3					
L 10	47.8					
L 90	38.2					
LE	74.1					

Related pictures



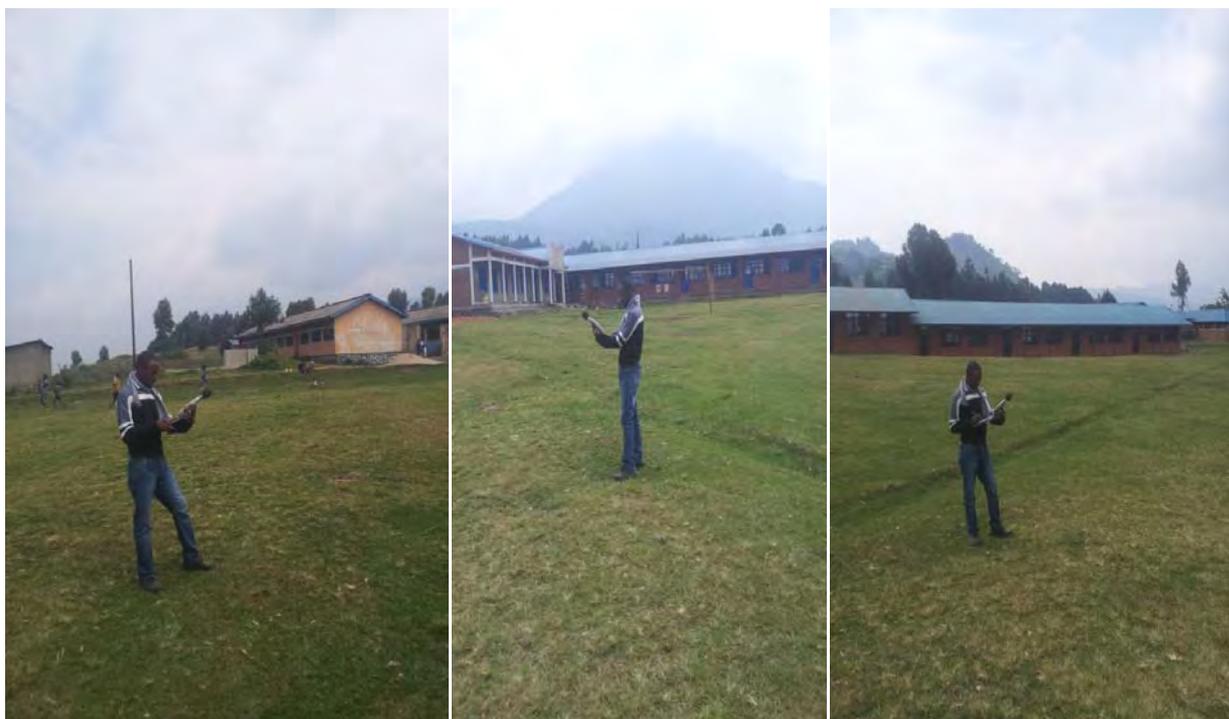
<b>Date: 05/06/2014</b>			<b>Researcher: Emmanuel MANIRAFASHA</b>		
<b>Measurement location: X=0781115, Y= 9838149</b>					
<b>At site 4</b>					
<b>Start time: 1:25 pm</b>		<b>End time: 1:35 pm</b>	<b>Steady source</b>		
<b>Weather: Medium wind</b>			<b>Sound source</b>		<b>dB</b>
<b>dB</b>		<b>Special report (No of Traffic)</b>	<b>Fluctuation source</b>		
L max	76.6	Car: Track: Bus: Machine: Bike: Bicycle:	<b>Sound source</b>	<b>Frequency Level</b>	<b>Max dB</b>
L 5	59.3				
L 50	44.2		Two women converse	L	51.6
L 95	35.0		Sheep	L	46.7
L eq	54.4		Wind	M	68.8
L 10	56.0				
L 90	35.8				
LE	82.2				

Related pictures



<b>Date: 05/06/2014</b>		<b>Researcher: Emmanuel MANIRAFASHA</b>			
<b>Measurement location: X=0781121, Y= 9839061</b>					
<b>Bisate school</b>					
<b>Start time: 2:06 pm</b>		<b>End time: 2:16 pm</b>		<b>Steady source</b>	
<b>Weather: Normal atmosphere</b>		<b>Sound source</b>			<b>dB</b>
<b>dB</b>		<b>Special report (No of Traffic)</b>		<b>Fluctuation source</b>	
L max	84.4	Car:		<b>Sound source</b>	<b>Frequency Level</b>
L 5	66.8	Track:			
L 50	56.8	Bus:		Children playing football	H
L 95	51.2	Machine:			
L eq	61.4	Bike:			
L 10	64.7	Bicycle:			
L 90	51.9				
LE	89.2				

Related pictures



<b>Date: 05/06/2014</b>		<b>Researcher: Emmanuel MANIRAFASHA</b>				
<b>Measurement location: X=0781422, Y= 9839407</b>						
<b>ADEPR Bisate church</b>						
<b>Start time: 2:52 pm</b>		<b>End time: 3:02 pm</b>		<b>Steady source</b>		
<b>Weather: Medium wind</b>			<b>Sound source</b>		<b>dB</b>	
<b>dB</b>		<b>Special report (No of Traffic)</b>		<b>Fluctuation source</b>		
L max	80.1	Car: 1		<b>Sound source</b>	<b>Frequency Level</b>	<b>Max dB</b>
L 5	71.7	Track:				
L 50	51.3	Bus:		Wind	M	68.6
L 95	44.2	Machine:		Children playing nearby the church	H	67.6
L eq	64.0	Bike:		Airplane	L	71.5
L 10	68.6	Bicycle:		Car (But far from the church)	L	52.2
L 90	45.3					
LE	91.7					

Related pictures



Date: 05/06/2014		Researcher: Emmanuel MANIRAFASHA				
Measurement location: X=0780989, Y= 9838959						
Traffic (Bisate centre)						
Start time:3:36 pm		End time: 3:46pm		Steady source		
Weather: Normal atmosphere			Sound source		dB	
dB		Special report (No of Traffic)		Fluctuation source		
L max	89.9	Car:		Sound source	Frequency Level	Max dB
L 5	74.6	Track: 1				
L 50	64.5	Bus: 1		Track	L	89.6
L 95	58.8	Machine:		Radio	L	81.4
L eq	70.1	Bike: 1		Caw	L	70.7
L 10	72.1	Bicycle:		Bike	L	77.6
L 90	59.7			Bus	L	88.7
LE	97.9			Population motion	M	63.0

#### 4-5-7 湧水池(温泉)における硫化水素

ルワンダ国内においては、火山や地熱噴気孔など大規模な硫化水素負荷源がない。

今回は、Gisenyi、Bgarama の温泉、Kinigi 周辺の湧水地 (Rubindi Spring, Cyabararika Spring) の湧出口において、簡易計測器 (写真 4-5.10) による H<sub>2</sub>S 濃度の計測を行った。



写真 4-5.10 検知管(Gastec GV-100S)

測定結果は何れの地点も ND(未検出:0.01ppm 未満)であった。

計測の状況は下記の写真の通りで、吸引測定は 2~3 回実施した。一回の吸引は 1.5~2 分程度である。



写真 4-5.11 Bugarama 温泉湧出口



写真 4-5.12 Gisenyi 温泉湧出口



Rubindi 湧水

Cyabararika 湧水

写真 4-5.13 Kinigi 周辺の湧水池

## 4-6 基本的スコーピング

### 4-6-1 地熱エネルギーに関連する環境問題

地熱エネルギーは、天候や気候変動とは無関係で、オン・オフグリッドの開発やベースロード電力の提供に効果的な国産の再生可能エネルギーである。化石燃料に比べて環境に優しく、石油価格の変動による影響を受けない。

しかし、地熱利用は、プラントの建設や発電所運転中にいくつかの環境問題が発生する。

地熱流体（蒸気又は温水）は、通常二酸化炭素（CO<sub>2</sub>）、硫化水素（H<sub>2</sub>S）、アンモニア（NH<sub>3</sub>）、メタン（CH<sub>4</sub>）、その他微量のガスを含み、通常温度と共に濃度が増す。

例えば、環境中に放出された場合、塩化ナトリウム（NaCl）、ホウ素（B）、ヒ素（As）、水銀（水銀）が汚染源となる。

地熱発電プラントからの排水は、環境よりも高い温度を有することから、熱汚染物質を含む可能性がある。

### 4-6-2 基本的スコーピング

初期環境調査の検討のため、計画及び地域がある程度明確になっている地域を対象に、基礎的な基礎的スコーピングを実施した。開発事業としては地熱発電所を想定し、併せて付設される送電線も考慮して、ある程度広範囲な地域を影響範囲としてとらえスコーピングを実施した。その結果を表 4-6.1～表 4-6.4 に示す。

また、地点間比較のスコーピングを表 4-6.5 に示す。

表 4-6.1 (1) Bugarama 地域の基礎的スコーピング

項目		評価		評価内容
		工事中	供用時	
汚染対策	大気質	B-	A-	<p><b>工事中</b>：地熱貯留層評価を行うために実施する噴出試験に伴い、硫化水素(H<sub>2</sub>S)を含む非凝結ガス(NCG)が発生し、近傍地域に一時的な影響が想定される。H<sub>2</sub>Sによる影響は他の開発地域でも同様である。</p> <p><b>供用時</b>：H<sub>2</sub>Sを含む地熱流体を発電用蒸気として利用することにより、H<sub>2</sub>S含有NCGが水蒸気とともに冷却塔から排出され発電所近傍における生活・自然環境への影響が想定される。影響評価にはモニタリングが重要である。</p>
				<p><b>工事中</b>：工事資材等の搬出入に使用する車両が原因で、土砂粉じんの巻き上げ等が発生する。サイト内の清掃、道路の維持、掘削施設の設置により粉じんが発生するが、それらの影響は広域に及ぶとは想定されない。</p> <p><b>供用時</b>：車両の通行台数は少ないため影響は想定されない。ただし、未舗装道路が舗装される計画であれば、粉じんの影響が軽減され「B+」に評価される。</p>
	水質	A-	A-	<p><b>工事中</b>：坑井掘削時の泥水の発生により、温泉などへの影響が想定される。また、敷地造成時の裸地発生により、降雨時の表面土砂流出による河川や湖沼(温泉湧水池等)等の濁りの発生による影響が想定される。キャンプサイト等からの作業、生活排水の影響が想定される。</p> <p><b>供用時</b>：地熱熱水は全て地下に還元するため影響は想定されない。稼働時に発生する排水による下流域への影響が想定される。発電所からの作業、生活排水による影響が想定される。なお、評価結果は、発電所の立地位置と影響対象の関係により「B-」もしくは「A-」となる。</p>
	廃棄物	A-	A-	<p><b>工事中</b>：掘削汚泥、廃材等の産業廃棄物の発生が想定される。建設時に発生する廃棄蒸気は、無害なものがほとんどである。</p> <p><b>供用時</b>：汚泥、廃油等の産業廃棄物の発生が想定される。</p> <p>プロジェクトを通じての、有害性廃棄物としてはオイル、有機溶媒、掘削に使用する化学薬品、汚染土壌、使用済みバッテリーなどがあげられる。</p>
	土壌汚染	D	D	<ul style="list-style-type: none"> <li>・事業の内容として、土壌汚染を生じるような物質は使用されず、土壌汚染への影響は想定されない。</li> <li>・地熱熱水は全て地下に還元するため、影響は想定されない。</li> </ul>

A+/-: 大きな正/負の影響が予想される。B +/-: 多少の正/負の影響が予想される。C: 影響の度合いは不明(検討の必要があり、調査の進捗にあわせて影響が明らかになる場合もある)。  
D: 影響なし。

表 4-6.1 (2) Bugarama 地域の基礎的スコーピング

項目	評価		評価内容	
	工事中	供用時		
汚染対策	騒音・振動	A-	A-	<p><b>工事中</b>：杭打ち、坑井掘削時、噴出試験時に発生する騒音・振動や建設機械の稼働において発生する建設作業騒音・振動が想定されるが、一時的なものであり、影響は小さいものと考えられる。工事資材の搬出入時に車両による騒音・振動の発生が考えられる。特に、プロジェクトサイトの建設中には大型のプラント資材がネットワークアプローチ道のブガラマ道を通す必要があり、影響が想定される。ただし、影響は一時的であり影響は小さいものと考えられる。</p> <p><b>供用時</b>：冷却塔、蒸気タービン、発電所等から騒音・振動の発生が想定される。発電所の立地位置によっては、周辺の民家等への影響が発生する可能性が想定される。供用時は引き続き坑井の掘削による影響がある。交通による影響は、勤務者の移動時に限られる。</p>
	地盤沈下	C	C	<p><b>工事中</b>：地熱流体の噴出は短期間であるため影響は想定されず、「D」に評価される。ただし、掘削に必要な水として地下水を供給源とする計画の場合、揚水地域の地盤沈下の可能性が想定されるが、影響の程度は不明であり、「C」に評価される。</p> <p><b>供用時</b>：深部地熱流体を長期に採取することから、発電所近傍における地盤沈下の可能性が想定されるが、影響の程度は不明である。発電所稼働に必要な水として地下水を供給源とする計画の場合、揚水地域の地盤沈下の可能性が想定されるが、影響の程度は不明である。</p>
	悪臭	B-	B-	<p><b>工事中</b>：生産井の噴出時において、H2Sによる悪臭が近傍地域に一時的な影響を及ぼす可能性が想定される。また、建設機械やディーゼル機器の使用により一時的な粒子状物質(PM10)やNoxの排出による影響が想定される。</p> <p><b>供用時</b>：非凝結ガスに含まれるH2Sにより発電所近傍に影響を及ぼす可能性が想定される。</p>
	底質	D	D	<p>・底質に影響を及ぼすような作業等は想定されない。</p>

A+/-：大きな正／負の影響が予想される。B +/-：多少の正／負の影響が予想される。C：影響の度合いは不明(検討の必要があり、調査の進捗にあわせて影響が明らかになる場合もある)。  
D：影響なし。

表 4-6.1 (3) Bugarama 地域の基礎的スコアリング

項目	評価		評価内容	
	工事中	供用時		
自然環境	保護区、生態系、生物多様性	B-	B-	<p><b>工事中</b>：工事中の土地改変は生物の生息地の消失、攪乱を招き生態系や生物多様性に悪影響を及ぼす可能性がある。 工事騒音・振動、粉じん発生、一時的噴出時の騒音・振動、大気汚染・熱汚染・悪臭物質 (H2S) 排出、掘削時、改変裸地からの濁水発生の一時的な影響が想定される。立地によっては土地改変に伴う植生の剥ぎ取り、動物の分布状況、生息環境、貴重種や群落への影響が想定される。</p> <p><b>供用時</b>：発電所稼働による騒音・振動、大気汚染・悪臭物質 (H2S) の排出・排熱、排水の影響が想定される。送電線施設の存在による鳥類への影響、生態系の分断の影響が想定される。水利用、プロジェクトサイトの物質輸送も地域的な生態系と生物多様性に影響を及ぼす可能性が想定される。</p>
	地下水	C	C	<p>・工事中、供用時に大量の地下水の揚水を生じる場合、地下水位への影響が想定されるが、影響の度合いは明確ではない。地下水の揚水を行わない場合、影響は想定されず「D」に評価される。</p>
	湖沼・河川	B-	B-	<p><b>工事中</b>：Bugarama地域では、温泉湧出池とRubyiro川の二つの水源のみであり、一時的な影響が想定される。これらの水源に対し水象や形態を大きく変更する工事が無い場合は、影響は想定されず「D」に評価される。</p> <p><b>供用時</b>：影響は発電所の位置や、水供給の方法により異なる。湧水池や河川を利用しない場合、影響は想定されず「D」に評価される。</p>
	地形・地質	B-	D	<p><b>工事中</b>：坑井掘削、発電所、送電線鉄塔建設工事等による土地の形状の変更による影響が想定される。本影響は他地域と同様である。</p> <p><b>供用時</b>：地形・地質の変更は生じず、影響は想定されない。</p>
	土壌浸食	B-	D	<p><b>工事中</b>：坑井掘削地、発電所、送電線鉄塔敷地造成、アクセス道路建設、道路の維持に伴い裸地が発生し、降雨時に裸地およびその隣接部の土壌浸食が想定される。</p> <p><b>供用時</b>：大規模な土木工事は無いため、土壌浸食の影響は想定されない。</p>
	景観	B-	B-	<p>・発電所及び送電線の立地位置によっては、施設の建設やアクセス道路の建設により、地域の自然景観および眺望景観への影響の可能性が想定される。</p> <p>・坑井・発電所からの白煙（水蒸気）により地域景観への影響が想定される。本影響は他地域でも同様である。</p>
	地球温暖化	D	A+	<p><b>工事中</b>：建設工事中の建設機械の稼働、資材の搬出入において発生する温室効果ガスは少なく、影響は一過性で軽微であると想定される。</p> <p><b>供用時</b>：供用時に非凝結ガスに含まれるCO2の発生が生じるが、他の汽力発電と比較して温室効果ガスの排出が極めて少ないことから、正の影響が想定される。</p>

A+/-：大きな正/負の影響が予想される。B +/-：多少の正/負の影響が予想される。C：影響の度合いは不明(検討の必要があり、調査の進捗にあわせて影響が明らかになる場合もある)。  
D：影響なし。

表 4-6.1 (4) Bugarama 地域の基礎的スコーピング

項目	評価		評価内容	
	工事中	供用時		
社会環境	非自発的住民移転	B-	B-	・掘削井、発電所の立地位置によっては、非自発的住民移転が生じることが想定され、RAPを準備する必要がある。
	貧困層	C	C	・事業計画地と関連施設の位置関係を確認後、社会経済センサスを通じ、更なる調査が必要である。プロジェクトにより影響を受ける家計所得について国勢調査を行った後、特別に考慮する可能性がある。
	少数民族先住民族	C	C	・社会経済センサスを通じ、更なる調査が必要である。孤児、寡婦、貧困層、老人や障害者は、プロジェクト期間中特定の配慮が必要である。
	雇用や生計手段等の地域経済	A+	B+	<b>工事中</b> ：工事による雇用機会の増加が想定される。特に地元住民、少数民族が優先される。 <b>供用時</b> ：発電所の維持管理のための雇用機会の増加が想定される。地元住民に対し、プラント設備の使用方法に関する能力開発と研修を行う必要がある。
	土地利用や地域資源利用、水利用	B-	B-	・坑井基地・発電所施設・送電線設置、物資運搬等のための土地・地域資源・水源の利用に伴い、当該地域における土地・地域資源・水利用への影響が想定される。
	社会関係資本や地域の意思決定機関等の社会組織	C	C	・現段階では事業実施による影響の程度は明確ではない。
	既存の社会インフラや社会サービス	C	B+	<b>工事中</b> ：建設機械や資材の輸送による既存道路等のダメージが想定される。通常、Bugarama道はCIMERWAからルワンダの他地域へ供給されるセメントの運搬に利用されている。現段階では、その環境影響の程度は明確でない。 <b>供用時</b> ：発電所施設等の存在による道路の整備、維持管理や、住民や農耕への社会サービス提供等の正の影響が想定される。電力の供給は政府オフィス、学校、病院及び農業業関連事業等の社会サービスに対し正の影響と評価される。特に、農耕に対しては灌漑ポンプへの電力供給、作物の地熱利用乾燥等がプラス要因である。
	被害と便宜の偏在	C	C	・一般的に、発電所施設の建設により利益を得られる、または、被害を受ける地区や特定の集団、個人が生じる場合があり、事業実施地域および周辺地域におけるこれらの影響の程度を確認する必要がある。
	地域内の利害対立	C	C	・一般的に、一定地域内で事業が実施される場合、事業に対する賛成と反対のグループ対立が生じる可能性が想定される。事業実施地域および周辺地域でこのようなグループの対立が起こる可能性について確認する必要がある。
	文化遺産	C	C	・現段階では事業実施による影響の程度は明確ではない。文化遺産の有無、位置を確認し評価する必要がある。
その他	公衆衛生	C	D	<b>工事中</b> ：衛生施設の未設置や不足および処理能力の不足により、公衆衛生の一時的悪化の可能性が想定される。現段階で影響の程度は明確ではない。
	災害、HIV/AIDS等の感染症	C	C	・発電施設の建設工事、稼働において、多くの外部建設労働者が従事する場合はHIV/AIDS感染、蔓延の危険性が想定されるが、現段階で影響の程度は明確ではない。
	事故防止対策	C	C	<b>工事中</b> ：工事中の交通量の増加に伴う交通事故の可能性はある。調査時や建設時に地熱流体の噴出や硫化水素ガスによる事故の確率は低いと否定できない。 <b>供用時</b> ：稼働時の硫化水素ガスの漏洩による事故の確率は低いと否定できない。
	アクセス道路	B-	B-	・影響は発電所施設の位置に依存する。Bugaramaでは既に温泉地まで道路が整備されている。 ・新たなアクセス道路が建設された場合、裸地が生じ、降雨時に表土の流出が想定される。送電線建設も土壌浸食の影響を含む。また、土地改変、植生の除去により環境への影響が想定される。

A+/-: 大きな正/負の影響が予想される。B +/-: 多少の正/負の影響が予想される。C: 影響の度合いは不明(検討の必要があり、調査の進捗にあわせて影響が明らかになる場合もある)。

表 4-6.2 (1) Gisenyi 地域の基礎的スコーピング

項目		評価		評価内容	
		工事中	供用時		
汚染対策	大気質	硫化水素	B-	A-	<p><b>工事中</b>：地熱貯留層評価を行うために実施する噴出試験に伴い、硫化水素 (H2S) を含む非凝結ガス (NCG) が発生し、近傍地域に一時的な影響が想定される。</p> <p><b>供用時</b>： H2S を含む地熱流体を発電用蒸気として利用することにより、H2S 含有NCGが水蒸気とともに冷却塔から排出され発電所近傍における生活・自然環境への影響が想定される。影響評価にはモニタリングが重要である。</p>
		粉じん等	B-	D	<p><b>工事中</b>：工事資材等の搬出入に使用する車両が原因で、土砂粉じんの巻き上げ等が発生するが、それらの影響は広域に及ぶとは想定されない。</p> <p><b>供用時</b>：車両の通行台数は少ないため影響は想定されない。</p>
		水質	A-	A-	<p><b>工事中</b>：坑井掘削時の泥水の発生により、Kivu湖などへの影響が想定される。また、敷地造成時の裸地発生により、降雨時の表面土砂流出による河川や湖沼(温泉湧水池等)等の濁りの発生による影響が想定される。キャンプサイト等からの作業、生活排水の影響が想定される。</p> <p><b>供用時</b>：地熱熱水は全て地下に還元するため影響は想定されない。稼働時に発生する排水によるKivu湖の下流域への影響が想定される。</p>
		廃棄物	A-	A-	<p><b>工事中</b>：掘削や道路、キャンプ場、貯水タンク、Kivu湖からの採水設備などのインフラ建設中に産業廃棄物の発生が想定される。</p> <p><b>供用時</b>：汚泥、廃油等の産業廃棄物の発生が想定される。</p>
	土壌汚染	D	D	<ul style="list-style-type: none"> <li>・事業の内容として、土壌汚染を生じるような物質は使用されず、土壌汚染への影響は想定されない。</li> <li>・地熱熱水は全て地下に還元するため、影響は想定されない。</li> </ul>	

A+/-：大きな正／負の影響が予想される。B +/-：多少の正／負の影響が予想される。C：影響の度合いは不明(検討の必要があり、調査の進捗にあわせて影響が明らかになる場合もある)。  
 D：影響なし。

表 4-6.2 (2) Gisenyi 地域の基礎的スコーピング

項目	評価		評価内容	
	工事中	供用時		
汚染対策	騒音・振動	A-	A-	<p><b>工事中</b>：杭打ち、坑井掘削時、噴出試験時に発生する騒音・振動や建設機械の稼働において発生する建設作業騒音・振動が想定されるが、一時的なものであり、影響は小さいものと考えられる。工事資材の搬出入時に車両による騒音・振動の発生が考えられる。特に、プロジェクトサイトの建設中には大型のプラント資材がネットワークアプローチ道のブガラマ道を通す必要があり、影響が想定される。ただし、影響は一時的であり影響は小さいものと考えられる。</p> <p><b>供用時</b>：冷却塔、蒸気タービン、発電所等から騒音・振動の発生が想定される。発電所の立地位置によっては、周辺の民家等への影響が発生する可能性が想定される。</p>
	地盤沈下	C	C	<p><b>工事中</b>：地熱流体の噴出は短期間であるため影響は想定されず、「D」に評価される。ただし、掘削に必要な水として地下水を供給源とする計画の場合、揚水地域の地盤沈下の可能性が想定されるが、影響の程度は不明であり、「C」に評価される。</p> <p><b>供用時</b>：深部地熱流体を長期に採取することから、発電所近傍における地盤沈下の可能性が想定されるが、影響の程度は不明である。発電所稼働に必要な水として地下水を供給源とする計画の場合、揚水地域の地盤沈下の可能性が想定されるが、影響の程度は不明である。</p>
	悪臭	B-	B-	<p><b>工事中</b>：生産井の噴出時において、H2Sによる悪臭が近傍地域に一時的な影響を及ぼす可能性が想定される。</p> <p><b>供用時</b>：非凝結ガスに含まれるH2Sにより発電所近傍に影響を及ぼす可能性が想定される。Gisenyi市の住居はプロジェクトゾーンに向かって増えており、プロジェクトエリアに集中していることから、悪臭に関する更なる調査が必要である。</p>
	底質	C	C	・現段階では事業実施による影響の程度は明確ではない。

A+/-: 大きな正/負の影響が予想される。B +/-: 多少の正/負の影響が予想される。C: 影響の度合いは不明(検討の必要があり、調査の進捗にあわせて影響が明らかになる場合もある)。  
D: 影響なし。

表 4-6.2 (3) Gisenyi 地域の基礎的スコーピング

項目	評価		評価内容	
	工事中	供用時		
自然環境	保護区、生態系、生物多様性	C	C	<p><b>工事中</b>：工事中の土地改変は生物の生息地の消失、攪乱を招き生態系や生物多様性に悪影響を及ぼす可能性がある。 工事騒音・振動、粉じん発生、一時的噴出時の騒音・振動、大気汚染・熱汚染・悪臭物質(H2S)排出、掘削時、改変裸地からの濁水発生の一時的な影響が想定される。立地によっては土地改変に伴う植生の剥ぎ取りによる影響が想定される。・現段階では事業実施による影響の程度は明確ではない。</p> <p><b>供用時</b>：発電所稼働による騒音・振動、大気汚染・悪臭物質(H2S)の排出・排熱、排水の影響が想定される。送電線施設の存在による鳥類への影響、生態系の分断の影響が想定される。水利用、プロジェクトサイトの物質輸送も地域的な生態系と生物多様性に影響を及ぼす可能性が想定される。・現段階では事業実施による影響の程度は明確ではない。</p>
	地下水	C	C	<p>・工事中、供用時に大量の地下水の揚水を生じる場合、地下水位への影響が想定されるが、影響の度合いは明確ではない。地下水の揚水を行わない場合、影響は想定されず「D」に評価される。</p>
	湖沼・河川	A-	A-	<p><b>工事中</b>：Gisenyi地域では、掘削用の水はKivu湖から汲み上げられることから、掘削中になんらかの影響が発生する。影響度は掘削場所により異なり、近い場合は影響は「A-」、それ以外は「D」に評価される。</p> <p><b>供用時</b>：影響は発電所の位置や、水供給の方法により異なる。Kinu湖から遠い場合、「D」に評価される可能性がある。</p>
	地形・地質	A-	D	<p><b>工事中</b>：坑井掘削、発電所、送電線鉄塔建設工事等による土地の形状の変更による影響が想定される。地域の地形により影響を受ける可能性があり、Gisenyi地域は非常に丘が多い。</p> <p><b>供用時</b>：地形・地質の変更は生じず、影響は想定されない。</p>
	土壌浸食	B-	D	<p><b>工事中</b>：坑井掘削地、発電所、送電線鉄塔敷地造成、アクセス道路建設に伴い裸地が発生し、降雨時に裸地およびその隣接部の土壌浸食が想定される。</p> <p><b>供用時</b>：大規模な土木工事はなため、土壌浸食の影響は想定されない。</p>
	景観	B-	B-	<p>・発電所及び送電線の立地位置によっては、施設の建設やアクセス道路の建設により、地域の自然景観および眺望景観への影響の可能性が想定される。</p> <p>・坑井・発電所からの白煙（水蒸気）により地域景観への影響が想定される。</p>
	地球温暖化	D	A+	<p><b>工事中</b>：建設工事中の建設機械の稼働、資材の搬出入において発生する温室効果ガスは少なく、影響は一過性で軽微であると想定される。</p> <p><b>供用時</b>：供用時に非凝結ガスに含まれるCO2の発生が生じるが、他の汽力発電と比較して温室効果ガスの排出が極めて少ないことから、正の影響が想定される。</p>

A+/-：大きな正／負の影響が予想される。B +/-：多少の正／負の影響が予想される。C：影響の度合いは不明(検討の必要があり、調査の進捗にあわせて影響が明らかになる場合もある)。

D：影響なし。

表 4-6.2 (4) Gisenyi 地域の基礎的スコーピング

項目	評価		評価内容	
	工事中	供用時		
社会環境	非自発的住民移転	A-	B-	・掘削井、発電所の立地位置によっては、非自発的住民移転が生じることが想定される。Gisenyi地域は、プロジェクトの近傍に向かって住宅地が増えており、そのエリアはRubavu市から遠くない。このため、多くの世帯の移転が必要になる可能性がある。
	貧困層	C	C	・情報収集のため、特別な国勢調査を実施する必要がある。更なる調査が必要である。
	少数民族先住民	B-	D	・プロジェクトにより移転する人々は、女性が世帯主、孤児など貧困層以下の生活を送っている可能性がある。プロジェクトゾーンで実施される国勢調査により確認が必要であり、特定の配慮を行う必要がある。
	雇用や生計手段等の地域経済	A+	B+	<b>工事中</b> ：工事による雇用機会の増加が想定される。特にプロジェクトの実施により資産を失う地元の人に与えられる必要がある。 <b>供用時</b> ：発電所の維持管理のための雇用機会の増加が想定される。地元住民に対し、プラント設備の使用方法に関する能力開発と研修を行う必要がある。
	土地利用や地域資源利用、水利用	B-	B-	・坑井基地・発電所施設・送電線設置、物資運搬等のための土地・地域資源・水源の利用に伴い、当該地域における土地・地域資源・水利用への影響が想定される。
	社会関係資本や地域の意思決定機関等の社会組織	C	C	・現段階では事業実施による影響の程度は明確ではない。
	既存の社会インフラや社会サービス	C	B+	<b>工事中</b> ：建設機械や資材の輸送による既存道路等のダメージが想定されるが、その環境影響の程度は明確でない。また、道路はサイトの位置に応じて建設される必要があり、これは「A+」に評価される。 <b>供用時</b> ：発電所施設等の存在による道路の整備、維持管理や、住民や農耕への社会サービス提供等の正の影響が想定される。電力の供給は保健センター、学校、病院及び農業業関連事業等の社会サービスに対し正の影響と評価される。特に、農耕に対しては灌漑ポンプへの電力供給、作物の地熱利用乾燥等がプラス要因である。
	被害と便宜の偏在	C	C	・一般的に、発電所施設の建設により利益を得られる、または、被害を受ける地区や特定の集団、個人が生じる場合があり、事業実施地域および周辺地域におけるこれらの影響の程度を確認する必要がある。
	地域内の利害対立	C	C	・一般的に、一定地域内で事業が実施される場合、事業に対する賛成と反対のグループ対立が生じる可能性が想定される。事業実施地域および周辺地域でこのようなグループの対立が起こる可能性について確認する必要がある。
	文化遺産	C	C	・現段階では事業実施による影響の程度は明確ではない。文化遺産の有無、位置を確認し評価する必要がある。
その他	公衆衛生	C	D	<b>工事中</b> ：衛生施設の未設置や不足および処理能力の不足により、公衆衛生の一時的悪化の可能性が想定される。現段階で影響の程度は明確ではない。
	災害、HIV/AIDS等の感染症	C	C	・発電施設の建設工事、稼働において、多くの外部建設労働者が従事する場合はHIV/AIDS感染、蔓延の危険性が想定されるが、現段階で影響の程度は明確ではない。
	事故防止対策	C	C	<b>工事中</b> ：工事中の交通量の増加に伴う交通事故の可能性はある。調査時や建設時に地熱流体の噴出や硫化水素ガスによる事故の確率は低いと否定できない。 <b>供用時</b> ：稼働時の硫化水素ガスの漏洩による事故の確率は低いと否定できない。
	アクセス道路	B-	B-	・アクセス道路の建設によって裸地が生じる。降雨時に表土の流出が想定される。 ・アクセス道路の建設による土地改変、植生の除去により環境への影響が想定される。 ・アクセス道路の存在は動物や生息場への影響が想定される。

A+/-: 大きな正/負の影響が予想される。B +/-: 多少の正/負の影響が予想される。C: 影響の度合いは不明(検討の必要があり、調査の進捗にあわせて影響が明らかになる場合もある)。

表 4-6.3 (1) Karisimbi、Kinigi 地域の基礎的スコーピング

項目		評価		評価内容	
		工事中	供用時		
汚染対策	大気質	硫化水素	B-	A-	<p><b>工事中</b>：地熱貯留層評価を行うために実施する噴出試験に伴い、硫化水素(H2S)を含む非凝結ガス(NCG)が発生し、近傍地域に一時的な影響が想定される。</p> <p><b>供用時</b>：H2Sを含む地熱流体を発電用蒸気として利用することにより、H2S含有NCGが水蒸気とともに冷却塔から排出され発電所近傍における生活・自然環境への影響が想定される。</p>
	汚	粉じん等	B-	D	<p><b>工事中</b>：工事資材等の搬出入に使用する車両が原因で、土砂粉じんの巻き上げ等が発生するが、それらの影響は広域に及ぶとは想定されない。</p> <p><b>供用時</b>：車両の通行台数は少ないため影響は想定されない。ただし、未舗装道路が舗装される計画であれば、粉じんの影響が軽減され「B+」に評価される。</p>
	染	水質	A-	A-	<p><b>工事中</b>：坑井掘削時に泥水の発生による影響が想定される。また、敷地造成時の裸地発生により、降雨時の表面土砂流出による河川等の濁りの発生による影響が想定される。キャンプサイト等からの作業、生活排水の影響が想定される。</p> <p><b>供用時</b>：地熱熱水は全て地下に還元するため影響は想定されない。稼働時に発生する排水による下流域への影響が想定される。発電所からの作業、生活排水による影響が想定される。なお、評価結果は、発電所の立地位置と影響対象の関係により「B-」もしくは「A-」となる。</p>
	対	廃棄物	A-	A-	<p><b>工事中</b>：掘削汚泥、廃材等の産業廃棄物の発生が想定される。</p> <p><b>供用時</b>：汚泥、廃油等の産業廃棄物の発生が想定される。</p>
	策	土壌汚染	D	D	<ul style="list-style-type: none"> <li>・事業の内容として、土壌汚染を生じるような物質は使用されず、土壌汚染への影響は想定されない。</li> <li>・地熱熱水は全て地下に還元するため、影響は想定されない。</li> </ul>

A+/-：大きな正/負の影響が予想される。B +/-：多少の正/負の影響が予想される。C：影響の度合いは不明(検討の必要があり、調査の進捗にあわせて影響が明らかになる場合もある)。  
D：影響なし。

表 4-6.3 (2) Karisimbi、Kinigi 地域の基礎的スコーピング

項目	評価		評価内容
	工事中	供用時	
汚染対策	騒音・振動	A-	A- <p><b>工事中</b>：杭打ち、坑井掘削時、噴出試験時に発生する騒音・振動や建設機械の稼働において発生する建設作業騒音・振動が想定されるが、一時的なものであり、影響は小さいものと考えられる。工事資材の搬出入時に車両による騒音・振動の発生が考えられる。経路と民家等の位置関係より「B-」もしくは「A-」に評価される。</p> <p><b>供用時</b>：冷却塔、蒸気タービン、発電所等から騒音・振動の発生が想定される。発電所の立地位置によっては、周辺の民家等への影響が発生する可能性が想定される。</p> <p>プロジェクトエリアはVolcanoes国立公園の近傍となっており、公園内のマウンテンゴリラ等の貴重な生物や生態系に対する影響への配慮が重要である。現在の情報からは、影響の程度が不明で「C」に評価されるが、既往のモニタリング結果の情報を基に再評価を行う必要がある。</p>
	地盤沈下	C	C <p><b>工事中</b>：地熱流体の噴出は短期間であるため影響は想定されず、「D」に評価される。ただし、掘削に必要な水として地下水を供給源とする計画の場合、揚水地域の地盤沈下の可能性が想定されるが、影響の程度は不明であり、「C」に評価される。</p> <p><b>供用時</b>：深部地熱流体を長期に採取することから、発電所近傍における地盤沈下の可能性が想定されるが、影響の程度は不明である。発電所稼働に必要な水として地下水を供給源とする計画の場合、揚水地域の地盤沈下の可能性が想定されるが、影響の程度は不明である。</p>
	悪臭	B-	B- <p><b>工事中</b>：生産井の噴出時において、H2Sによる悪臭が近傍地域に一時的な影響を及ぼす可能性が想定される。</p> <p><b>供用時</b>：非凝結ガスに含まれるH2Sにより発電所近傍に影響を及ぼす可能性が想定される。</p>
	底質	C	D <p>・底質に影響を及ぼすような作業等は想定されない。</p>

A+/-：大きな正／負の影響が予想される。B +/-：多少の正／負の影響が予想される。C：影響の度合いは不明(検討の必要があり、調査の進捗にあわせて影響が明らかになる場合もある)。  
D：影響なし。

表 4-6.3 (3) Karisimbi、Kinigi 地域の基礎的スコーピング

項目	評価		評価内容
	工事中	供用時	
自然環境	保護区、生態系、生物多様性	A-	A- <b>工事中</b> ：工事中の土地改変は生物の生息地の消失、攪乱を招き生態系や生物多様性に悪影響を及ぼす可能性がある。 工事騒音・振動、粉じん発生、一時的噴出時の騒音・振動、大気汚染・熱汚染・悪臭物質(H2S)排出、掘削時、改変裸地からの濁水発生の一時的な影響が想定される。立地によっては土地改変に伴う植生の剥ぎ取り、動物の分布状況、生息環境、貴重種や群落への影響が想定される。 <b>供用時</b> ：発電所稼働による騒音・振動、大気汚染・悪臭物質(H2S)の排出・排熱、排水の影響が想定される。送電線施設の存在による鳥類への影響、生態系の分断の影響が想定される。水利用、プロジェクトサイトの物質輸送も地域的な生態系と生物多様性に影響を及ぼす可能性が想定される。
	地下水	C	C ・工事中、供用時に大量の地下水の揚水を生じる場合、地下水位への影響が想定されるが、影響の度合いは明確ではない。地下水の揚水を行わない場合、影響は想定されず「D」に評価される。
	湖沼・河川	B-	D <b>工事中</b> ：Karisimbi地域では、坑井掘削に必要な供給水を湖沼より揚水するため、影響が想定される。それ以外の地域では、河川の水象や形態を大きく変更する工事はなないため、影響は想定されず「D」に評価される。 <b>供用時</b> ：河川や湖沼の水象や形態を大きく変更する工事はなないため、影響は想定されない。
	地形・地質	B-	D <b>工事中</b> ：坑井掘削、発電所、送電線鉄塔建設工事等による土地の形状の変更による影響が想定される。 <b>供用時</b> ：地形・地質の変更は生じず、影響は想定されない。
	土壌浸食	B-	D <b>工事中</b> ：坑井掘削地、発電所、送電線鉄塔敷地造成、アクセス道路建設に伴い裸地が発生し、降雨時に裸地およびその隣接部の土壌浸食が想定される。 <b>供用時</b> ：大規模な土木工事はなないため、土壌浸食の影響は想定されない。
	景観	B-	B- ・発電所及び送電線の立地位置によっては、施設の建設やアクセス道路の建設により、地域の自然景観および眺望景観への影響の可能性が想定される。 ・坑井・発電所からの白煙（水蒸気）により地域景観への影響が想定される。
	地球温暖化	D	A+ <b>工事中</b> ：建設工事中の建設機械の稼働、資材の搬出入において発生する温室効果ガスは少なく、影響は一過性で軽微であると想定される。 <b>供用時</b> ：供用時に非凝結ガスに含まれるCO2の発生が生じるが、他の汽力発電と比較して温室効果ガスの排出が極めて少ないことから、正の影響が想定される。

A+/-：大きな正／負の影響が予想される。B +/-：多少の正／負の影響が予想される。C：影響の度合いは不明(検討の必要があり、調査の進捗にあわせて影響が明らかになる場合もある)。  
 D：影響なし。

表 4-6.3 (4) Karisimbi、Kinigi 地域の基礎的スコーピング

項目	評価		評価内容	
	工事中	供用時		
社会 環境	非自発的住民移転	B-	B-	・掘削井、発電所の立地位置によっては、非自発的住民移転が生じることが想定される。特にKinigi地域は住居が散在しており、影響が最小限になるよう検討が必要である。
	貧困層	D	D	・事業計画地、予定地域には、特に配慮すべき貧困層の居住地は確認されていない。
	少数民族先住民族	D	D	・事業計画地、予定地域には、特に配慮すべき先住民族・少数民族の居住地は確認されていない。
	雇用や生計手段等の地域経済	B+	B+	<b>工事中</b> ：工事による雇用機会の増加が想定される。 <b>供用時</b> ：発電所の維持管理のための雇用機会の増加が想定される。
	土地利用や地域資源利用、水利用	B-	B-	・坑井基地・発電所施設・送電線設置、物資運搬等のための土地・地域資源・水源の利用に伴い、当該地域における土地・地域資源・水利用への影響が想定される。
	社会関係資本や地域の意思決定機関等の社会組織	C	C	・現段階では事業実施による影響の程度は明確ではない。
	既存の社会インフラや社会サービス	C	B+	<b>工事中</b> ：建設機械や資材の輸送による既存道路等のダメージが想定されるが、その環境影響の程度は明確でない。 <b>供用時</b> ：発電所施設等の存在による道路の整備、維持管理や、住民や農耕への社会サービス提供等の正の影響が想定される。農耕に対しては灌漑ポンプへの電力供給、作物の地熱利用乾燥等がプラス要因である。
	被害と便宜の偏在	C	C	・一般的に、発電所施設の建設により利益を得られる、または、被害を受ける地区や特定の集団、個人が生じる場合があり、事業実施地域および周辺地域におけるこれらの影響の程度を確認する必要がある。
	地域内の利害対立	C	C	・一般的に、一定地域内で事業が実施される場合、事業に対する賛成と反対のグループ対立が生じる可能性が想定される。事業実施地域および周辺地域でこのようなグループの対立が起こる可能性について確認する必要がある。
	文化遺産	C	C	・現段階では事業実施による影響の程度は明確ではない。文化遺産の有無、位置を確認し評価する必要がある。
	公衆衛生	C	D	<b>工事中</b> ：衛生施設の未設置や不足および処理能力の不足により、公衆衛生の一時的悪化の可能性が想定される。現段階で影響の程度は明確ではない。
災害、HIV/AIDS等の感染症	C	C	・発電施設の建設工事、稼働において、多くの外部建設労働者が従事する場合はHIV/AIDS感染、蔓延の危険性が想定されるが、現段階で影響の程度は明確ではない。	
その他	事故防止対策	C	C	<b>工事中</b> ：工事中の交通量の増加に伴う交通事故の可能性はある。調査時や建設時に地熱流体の噴出や硫化水素ガスによる事故の確率は低いと否定できない。 <b>供用時</b> ：稼働時の硫化水素ガスの漏洩による事故の確率は低いと否定できない。
	アクセス道路	B-	B-	・アクセス道路の建設によって裸地が生じる。降雨時に表土の流出が想定される。 ・アクセス道路の建設による土地改変、植生の除去により環境への影響が想定される。 ・アクセス道路の存在は動物や生息場への影響が想定される。

A+/-: 大きな正/負の影響が予想される。B +/-: 多少の正/負の影響が予想される。C: 影響の度合いは不明(検討の必要があり、調査の進捗にあわせて影響が明らかになる場合もある)。

D: 影響なし。

表 4-6.4 (1) Karago 地域の基礎的スコーピング

項目		評価		評価内容	
		工事中	供用時		
汚染対策	大気質	硫化水素	B-	A-	<p><b>工事中</b>：地熱貯留層評価を行うために実施する噴出試験に伴い、硫化水素 (H<sub>2</sub>S) を含む非凝結ガス (NCG) が発生し、近傍地域に一時的な影響が想定される。</p> <p><b>供用時</b>：H<sub>2</sub>S を含む地熱流体を発電用蒸気として利用することにより、H<sub>2</sub>S 含有 NCG が水蒸気とともに冷却塔から排出され発電所近傍における生活・自然環境への影響が想定される。</p>
		粉じん等	A-	D	<p><b>工事中</b>：工事資材等の搬出入に使用する車両が原因で、土砂粉じんの巻き上げ等が発生するほか、Karago 温泉は歩いて行く以外道路が繋がっていないため、道路建設は粉じん発生を引き起こす主要因となる。</p> <p><b>供用時</b>：車両の通行台数は少ないため影響は想定されない。</p>
	水質	A-	A-	<p><b>工事中</b>：坑井掘削時に泥水の発生による影響が想定される (Bihinga, Boma, Karago Lakes, Nyamukongoro 川)。また、敷地造成時の裸地発生により、降雨時の表面土砂流出による河川等の濁りの発生による影響が想定される。キャンプサイト等からの作業、生活排水の影響が想定される。</p> <p><b>供用時</b>：地熱熱水は全て地下に還元するため影響は想定されない。稼働時に発生する排水による下流域への影響が想定される。発電所からの作業、生活排水による影響が想定される。なお、評価結果は、発電所の立地位置と影響対象の関係により「B-」もしくは「A-」となる。</p>	
	廃棄物	A-	A-	<p><b>工事中</b>：掘削汚泥、廃材等の産業廃棄物の発生が想定される。</p> <p><b>供用時</b>：汚泥、廃油等の産業廃棄物の発生が想定される。</p>	
	土壌汚染	D	D	<ul style="list-style-type: none"> <li>・事業の内容として、土壌汚染を生じるような物質は使用されず、土壌汚染への影響は想定されない。</li> <li>・地熱熱水は全て地下に還元するため、影響は想定されない。</li> </ul>	

A+/-: 大きな正/負の影響が予想される。B +/-: 多少の正/負の影響が予想される。C: 影響の度合いは不明(検討の必要があり、調査の進捗にあわせて影響が明らかになる場合もある)。  
D: 影響なし。

表 4-6.4 (2) Karago 地域の基礎的スコーピング

項目	評価		評価内容	
	工事中	供用時		
汚染対策	騒音・振動	B-	B-	<p><b>工事中</b>：杭打ち、坑井掘削時、噴出試験時に発生する騒音・振動や建設機械の稼働において発生する建設作業騒音・振動が想定されるが、一時的なものであり、影響は小さいものと考えられる。工事資材の搬出入時に車両による騒音・振動の発生が考えられる。主要道路と結ぶ道路の建設による騒音・振動の発生が考えられる。</p> <p><b>供用時</b>：冷却塔、蒸気タービン、発電所等から騒音・振動の発生が想定される。発電所の立地位置によっては、周辺の民家等への影響が発生する可能性が想定される。調査時に影響があるエリアを確認する。</p>
	悪臭	B-	B-	<p><b>工事中</b>：生産井の噴出時において、H2Sによる悪臭が近傍地域に一時的な影響を及ぼす可能性が想定される。ただし、住居の数は少ない。</p> <p><b>供用時</b>：非凝結ガスに含まれるH2Sにより発電所近傍に影響を及ぼす可能性が想定される。</p>
	底質	C	D	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ Karago湖は、過去に土砂が流入したが、今は湖のバッファ上に木を植えることにより保護されている。これは天然資源省が行っている。</li> <li>・ 本プロジェクトでは、底質を増加させる可能性は想定されない。</li> </ul>

A+/-：大きな正/負の影響が予想される。B +/-：多少の正/負の影響が予想される。C：影響の度合いは不明(検討の必要があり、調査の進捗にあわせて影響が明らかになる場合もある)。

D：影響なし。

表 4-6.4 (3) Karago 地域の基礎的スコーピング

項目	評価		評価内容	
	工事中	供用時		
自然環境	保護区、生態系、生物多様性	A-	B-	<p><b>工事中</b>：工事中の土地改変は生物の生息地の消失、攪乱を招き生態系や生物多様性に悪影響を及ぼす可能性がある。                      工事騒音・振動、粉じん発生、一時的噴出時の騒音・振動、大気汚染・悪臭物質(H2S)排出、掘削時、改変裸地からの濁水発生の一時的な影響が想定される。立地によっては土地改変に伴う植生の剥ぎ取り、動物の分布状況、生息環境、貴重種や群落への影響が想定される。                      通常Karago地域では、湖を除き保護サイトはない。開発者が環境担当大臣許可を持っている場合を除き、河川から20m以内、湖から50m以内においてプロジェクト開発を行うことはできない。従って、このプロジェクトはそれ以上離れた場所で実施されるべきである。  <b>供用時</b>：発電所稼働による騒音・振動、大気汚染・悪臭物質(H2S)の排出、排水の影響が想定される。送電線施設の存在による鳥類への影響、生態系の分断の影響が想定される。水利用、プロジェクトサイトの物質輸送も地域的な生態系と生物多様性に影響を及ぼす可能性が想定される。</p>
	地下水	B-	B-	<p><b>工事中</b>：プロジェクト建設中の排水パターンが管理されていない場合、地表水の流れが一時的または永続的に変更される可能性がある。  <b>供用時</b>：プロジェクト供用時の排水パターンが管理されていない場合、地表水の流れが一時的または永続的に変更される可能性がある。</p>
	湖沼・河川	A-	D	<p><b>工事中</b>：Karago地域には、Bihinga湖、Boma湖、Karago湖の3つの湖とNyamukongoro川がある。掘削用の水を採水する湖に注意が必要であり、掘削中に影響が想定される。これはサイトの場所によって変わる。河川や湖の水象や形態を大きく変更する工事を行わない場合、河川や湖への影響は「D」と評価される。  <b>供用時</b>：河川や湖沼の水象や形態を大きく変更する工事はないため、影響は想定されない。</p>
	地形・地質	A-	D	<p><b>工事中</b>：Karago地域は非常に起伏に富む。このため、掘削工事、発電所や送電鉄塔工事による影響が想定される。  <b>供用時</b>：地形・地質の変更は生じず、影響は想定されない。</p>
	土壌浸食	B-	D	<p><b>工事中</b>：Karago地域は、丘陵地形であるため、現在も土壌浸食の影響を受けている。この問題を軽減するため、Nyabihu地区は、湖に堆積物を発生させる土壌浸食を低減するため、丘を減らす決定をしている。掘削、発電所、送電鉄塔、アクセス道路の建設などの本プロジェクトを実施することで、浸食を引き起こす可能性がある。  <b>供用時</b>：大規模な土木工事はないため、土壌浸食の影響は想定されない。</p>
	景観	B-	B-	<p>・発電所及び送電線の立地位置によっては、施設の建設やアクセス道路の建設により、地域の自然景観および眺望景観への影響の可能性が想定される。                      ・坑井・発電所からの白煙（水蒸気）により地域景観への影響が想定される。</p>
	地球温暖化	D	A+	<p><b>工事中</b>：建設工事中の建設機械の稼働、資材の搬入出において発生する温室効果ガスは少なく、影響は一過性で軽微であると想定される。  <b>供用時</b>：供用時に非凝結ガスに含まれるCO2の発生が生じるが、他の汽力発電と比較して温室効果ガスの排出が極めて少ないことから、正の影響が想定される。</p>

A+/-：大きな正/負の影響が予想される。B +/-：多少の正/負の影響が予想される。C：影響の度合いは不明(検討の必要があり、調査の進捗にあわせて影響が明らかになる場合もある)。  
 D：影響なし。

表 4-6.4 (4) Karago 地域の基礎的スコーピング

項目	評価		評価内容	
	工事中	供用時		
社会環境	非自発的住民移転	A-	B-	・掘削井、発電所の立地位置によっては、非自発的住民移転が生じることが想定される。更に、道路にそって土地が開発されることに伴い増加する可能性がある多くの人々が影響を受ける。Karagoゾーンは非常に丘陵が多く、現在いくつかのエリアはリスクが高いゾーンとして特定されている。これは、定住がほとんどないことをいもしている。
	貧困層	C	C	・社会経済調査を通じた国勢調査を実施することを除き、現在の貧困層を把握出来ない。国勢調査は調査範囲を決定するため、サイト識別の後において実施されるべきである。
	少数民族先住民	C	C	・社会経済センサスにより調査をする必要がある。未亡人、孤児、高齢者、障害者、HIV/エイズ感染者がプロジェクトにより影響を受けるか判断した上で、特定の配慮を行う必要がある。
	雇用や生計手段等の地域経済	A+	B+	<b>工事中</b> ：工事による雇用機会の増加が想定される。特に、社会経済センサスで確認された少数民族などの地元住民を優先する。 <b>供用時</b> ：発電所の維持管理のための雇用機会の増加が想定される。プラント設備の使用やメンテナンス方法について、地元住民に研修する必要がある。
	土地利用や地域資源利用、水利用	B-	B-	・坑井基地・発電所施設・送電線設置、物資運搬等のための土地・地域資源・水源の利用に伴い、当該地域における土地・地域資源・水利用への影響が想定される。
	社会関係資本や地域の意思決定機関等の社会組織	C	C	・現段階では事業実施による影響の程度は明確ではない。
	既存の社会インフラや社会サービス	B+	B+	<b>工事中</b> ：建設機械や資材の輸送による既存道路等のダメージが想定されるが、その環境影響の程度は明確でない。新しい道路は、Mukamira-Muhanga道路からサイトへ建設される必要があり、その影響度は「A+」と評価される。 <b>供用時</b> ：発電所施設等の存在による道路の整備、維持管理や、住民や農耕への社会サービス提供等の正の影響が想定される。電力の供給は学校、病院及び農業関連事業等の社会サービスに対し正の影響と評価される。農耕に対しては灌漑ポンプへの電力供給、作物の地熱利用乾燥等がプラス要因である。
	被害と便宜の偏在	C	C	・一般的に、発電所施設の建設により利益を得られる、または、被害を受ける地区や特定の集団、個人が生じる場合があり、事業実施地域および周辺地域におけるこれらの影響の程度を確認する必要がある。
	地域内の利害対立	C	C	・一般的に、一定地域内で事業が実施される場合、事業に対する賛成と反対のグループ対立が生じる可能性が想定される。事業実施地域および周辺地域でこのようなグループの対立が起こる可能性について確認する必要がある。
	文化遺産	C	C	・現段階では事業実施による影響の程度は明確ではない。文化遺産の有無、位置を確認し評価する必要がある。
その他	公衆衛生	C	D	<b>工事中</b> ：衛生施設の未設置や不足および処理能力の不足により、公衆衛生の一時的悪化の可能性が想定される。現段階で影響の程度は明確ではない。
	災害、HIV/AIDS等の感染症	C	C	・発電施設の建設工事、稼働において、多くの外部建設労働者が従事する場合はHIV/AIDS感染、蔓延の危険性が想定されるが、現段階で影響の程度は明確ではない。
	事故防止対策	C	C	<b>工事中</b> ：工事中の交通量の増加に伴う交通事故の可能性はある。調査時や建設時に地熱流体の噴出や硫化水素ガスによる事故の確率は低いと否定できない。 <b>供用時</b> ：稼働時の硫化水素ガスの漏洩による事故の確率は低いと否定できない。
	アクセス道路	A-	B-	・アクセス道路の建設によって裸地が生じる。降雨時に表土の流出が想定される。 ・アクセス道路の建設による土地改変、植生の除去により環境への影響が想定される。 ・アクセス道路の存在は動物や生息場への影響が想定される。

A+/-: 大きな正/負の影響が予想される。B +/-: 多少の正/負の影響が予想される。C: 影響の度合いは不明(検討の必要があり、調査の進捗にあわせて影響が明らかになる場合もある)。

表 4-6.5 地点間比較スコーピング

項目	Karisimbi			Kinigi			Bugarama			Gisenyi			Karago			
	評価		理由	評価		理由	評価		理由	評価		理由	評価		理由	
	工事中	供用時		工事中	供用時		工事中	供用時		工事中	供用時		工事中	供用時		
大気質	硫化水素	B-	A-	<p><b>工事中：</b>地熱貯留層評価を行うために実施する噴出試験に伴い、硫化水素(H2S)を含む非凝結ガス(NCG)が発生する。</p> <p><b>供用時：</b>H2Sを含む地熱流体を発電用蒸気として利用することにより、H2S含有NCGが水蒸気とともに冷却塔から排出され発電所近傍における生活・自然環境への影響が想定される。特に、Karisimbi地域から400mほど離れた火山国立公園内のゴリラやその他生物多様性について注意を払うべきである。</p>	B-	A-	<p><b>工事中：</b>地熱貯留層評価を行うために実施する噴出試験に伴い、硫化水素(H2S)を含む非凝結ガス(NCG)が発生する。</p> <p><b>供用時：</b>H2Sを含む地熱流体を発電用蒸気として利用することにより、H2S含有NCGが水蒸気とともに冷却塔から排出され発電所近傍における生活・自然環境への影響が想定される。特に、Kinigi地域から1kmほど離れた火山国立公園内のゴリラやその他生物多様性について注意を払うべきである。</p>	B-	A-	<p><b>工事中：</b>地熱貯留層評価を行うために実施する噴出試験に伴い、硫化水素(H2S)を含む非凝結ガス(NCG)が発生する。</p> <p>Bugarama 地域の近傍では、保護区域はなく、住居の集中もない。</p> <p><b>供用時：</b>H2Sを含む地熱流体が大気と周辺地域を汚染する。</p>	B-	A-	<p><b>工事中：</b>他の地域で述べたとおり、地熱貯留層評価を行うために実施する噴出試験に伴い、硫化水素(H2S)を含む非凝結ガス(NCG)が発生する。</p> <p><b>供用時：</b>蒸気からH2Sが放出される。影響範囲はGisenyi 市、Bralirwa、Kivu湖の水域である。</p>	B-	A-	<p><b>工事中：</b>地熱貯留層評価を行うために実施する噴出試験に伴い、硫化水素(H2S)を含む非凝結ガス(NCG)が発生するが、近傍地域の人口は多くない。</p> <p><b>供用時：</b>既存のサイトと同様、地熱流体からの蒸気によりH2Sが発生する。</p>
	粉じん等	B-	D	<p><b>工事中：</b>建設時に粉じんが発生するが、道路はよく維持されており、機器のほとんどは据え付けてある（水のタンク、水のパイプライン、既に清掃された3つのサイト）。</p> <p><b>供用時：</b>トラックの交通。</p>	B-	D	<p><b>工事中：</b>建設時に粉じんが発生する（道路維持、サイト清掃、機器の設置）。</p> <p><b>供用時：</b>掘削後のトラックの交通とリグの撤去。</p>	B-	D	<p><b>工事中：</b>建設活動により粉じんが発生する。</p> <p><b>供用時：</b>トラックの交通と掘削後の設備の撤去。</p>	B-	D	<p><b>工事中：</b>建設活動により粉じんが発生する。</p> <p><b>供用時：</b>トラックの交通と掘削後の設備の撤去。</p>	A-	D	<p><b>工事中：</b>建設活動により粉じんが発生する。また、この地点への既存の道路がないため、粉じんは他地点より多くなるものと想定される。</p> <p><b>供用時：</b>トラックの交通と掘削後の設備の撤去。</p>
水質	A-	A-	<p><b>工事中：</b>坑井掘削時に発生する泥水や、発生する裸地からの降雨時の表面土砂流出による河川等の濁り、キャンプサイト等からの作業・生活排水の影響が想定される。</p> <p>Karisimbiサイトの近くには、河川や温泉はない。</p> <p><b>供用時：</b>発電所からの排水は、下流域への影響が想定される。</p>	A-	A-	<p><b>工事中：</b>坑井掘削時に発生する泥水や、発生する裸地からの降雨時の表面土砂流出による河川等の濁り、キャンプサイト等からの作業・生活排水の影響が想定される。</p> <p><b>供用時：</b>発電所からの排水は、下流域への影響が想定される。</p>	A-	A-	<p><b>工事中：</b>Rubyiro川と温泉湖は、土壌流出による泥水の影響が想定される。</p> <p><b>供用時：</b>Rubyiro川は、主にBugarama流域の灌漑に使用されている。発電所からの作業、生活排水による影響が想定される。</p>	A-	A-	<p><b>工事中：</b>坑井掘削時の泥水の発生により、Kivu湖などへの影響が想定される。</p> <p><b>供用時：</b>稼働時に発生する排水によるKivu湖の下流域への影響が想定される。発電所がKivu湖から遠い場合、「B-」と評価される。</p>	A-	A-	<p><b>工事中：</b>既存サイトの下水による影響も含め、Karago地域の水質への影響が想定される。</p> <p><b>供用時：</b>発電所からの排水による、Bihinga湖、Boma湖、Karago湖、Nyamukongoro川への影響が想定される。</p>	
廃棄物	A-	A-	<p><b>工事中：</b>掘削時に影響が想定される。Karisimbiでは最後の掘削が行われる。</p> <p><b>供用時：</b>掘削汚泥、油汚染物質、潤滑・補助油、紙、プラスチックの発生がある。</p>	A-	A-	<p><b>工事中：</b>掘削時に影響が想定される。</p> <p><b>供用時：</b>掘削汚泥、油汚染物質、潤滑・補助油、紙、プラスチックの発生がある。</p>	A-	A-	<p><b>工事中：</b>掘削時に影響が想定される。</p> <p><b>供用時：</b>掘削汚泥、油汚染物質、潤滑・補助油、紙、プラスチックの発生がある。</p>	A-	A-	<p><b>工事中：</b>掘削時に影響が想定される。</p> <p><b>供用時：</b>掘削汚泥、油汚染物質、潤滑・補助油、紙、プラスチックの発生がある。これらは全ての地域で同じだが、Gisenyiでは湖の汚染を軽減するため、Kivu湖から遠く離す必要がある。</p>	A-	A-	<p><b>工事中：</b>掘削時に影響が想定される。</p> <p><b>供用時：</b>掘削汚泥、油汚染物質、潤滑・補助油、紙、プラスチックの発生がある。</p>	

現段階では事業実施による影響の程度は明確ではない。

項目	Karisimbi			Kinigi			Bugarama			Gisenyi			Karago		
	評価		理由	評価		理由	評価		理由	評価		理由	評価		理由
	工事中	供用時		工事中	供用時		工事中	供用時		工事中	供用時		工事中	供用時	
底質	D	D	この影響は想定されない。	D	D	この影響は想定されない。	D	D	この影響は想定されない。	C	C	現段階では事業実施による影響の程度は明確ではない。	C	D	Karago地域では、Bihinga湖、ボマ湖、Karago湖、Nyamukongoro川が確認された。掘削に用いる水の取水先はこれらのいずれかからとなるため、掘削時の影響が想定される。なお、サイトの場所により取水先は異なる。
騒音・振動	A-	A-	<p><b>工事中：</b>杭打ち、坑井掘削時、噴出試験時に発生する騒音・振動や建設機械の稼働において発生する建設作業騒音・振動が想定される。</p> <p><b>供用時：</b>冷却塔、蒸気タービン、発電所等から騒音・振動の発生が想定される。発電所の立地位置によっては、周辺の民家等への影響が発生する可能性が想定される。プロジェクトエリアはVolcanoes国立公園の近傍となっており、公園内のマウンテンゴリラ等の貴重な生物や生態系に対する影響への配慮が重要である。現在の情報からは、影響の程度が不明で「C」に評価される。</p> <p>他の地域と比較すると、騒音が重要な問題となる。</p>	A-	A-	<p><b>工事中：</b>杭打ち、坑井掘削時、噴出試験時に発生する騒音・振動や建設機械の稼働において発生する建設作業騒音・振動が想定される。</p> <p><b>供用時：</b>冷却塔、蒸気タービン、発電所等から騒音・振動の発生が想定される。発電所の立地位置によっては、周辺の民家等への影響が発生する可能性が想定される。プロジェクトエリアはVolcanoes国立公園の近傍となっており、公園内のマウンテンゴリラ等の貴重な生物や生態系に対する影響への配慮が重要である。現在の情報からは、影響の程度が不明で「C」に評価される。</p> <p>他の地域と比較すると、騒音が重要な問題となる。</p>	A-	A-	<p><b>工事中：</b>他の地域と同様、Bugarama地域も騒音の影響が想定される。</p> <p><b>供用時：</b>掘削、発電所機器等から騒音・振動の発生が想定される。プロジェクトエリアの居住率は低く影響は少ない。</p>	A-	A-	<p><b>工事中：</b>他の地域と同様、騒音・振動の影響が想定される。</p> <p><b>供用時：</b>Gisenyi市の住宅地はプロジェクトの近傍にあるため、発電所からの騒音の影響が想定される。</p>	B-	B-	Karisimbiサイトと同様の騒音が発生するが、Karagoサイトにおける居住者は多くない。
悪臭	B-	B-	<p>生産井の噴出時において、H2Sによる悪臭が発生する。</p> <p>公園に近いため、重要な問題である。</p>	B-	B-	<p>生産井の噴出時において、H2Sによる悪臭が発生する。</p> <p>公園に近いため、重要な問題である。</p>	B-	B-	<p><b>生産井の噴出時において、H2Sによる悪臭が発生する。</b></p>	B-	B-	<p>生産井の噴出時において、H2Sによる悪臭が発生する。</p> <p>プロジェクト近傍に住む人数が多いため、中程度の影響が想定される。</p>	B-	B-	<p>生産井の噴出時において、H2Sによる悪臭が発生するが、影響は小さいものと想定される。</p>

項目	Karisimbi			Kinigi			Bugarama			Gisenyi			Karago		
	評価		理由	評価		理由	評価		理由	評価		理由	評価		理由
	工事中	供用時		工事中	供用時		工事中	供用時		工事中	供用時		工事中	供用時	
保護区・生態系・生物多様性	A-	A-	<p><b>工事中：</b>工事騒音・振動、粉じん発生、一時的噴出時の騒音・振動、大気汚染・悪臭物質(H2S)排出、掘削時、改変裸地からの濁水発生の一時的な影響が想定される。</p> <p><b>供用時：</b>発電所稼働による騒音・振動、大気汚染・悪臭物質(H2S)の排出、排水の影響が想定される。</p> <p>Karisimbi地域は近くに火山国立公園があり、公園内に生息するマウンテンゴリラなどの貴重な生物や生態系に配慮することが重要である。更に監視結果情報に基づき、影響レベルを関連づけることが必要である。</p>	A-	A-	<p><b>工事中：</b>工事騒音・振動、粉じん発生、一時的噴出時の騒音・振動、大気汚染・悪臭物質(H2S)排出、掘削時、改変裸地からの濁水発生の一時的な影響が想定される。立地によっては土地改変に伴う植生の剥ぎ取り、動物の分布状況、生息環境、貴重種や群落への影響が想定される。</p> <p><b>供用時：</b>発電所稼働による騒音・振動、大気汚染・悪臭物質(H2S)の排出、排水の影響が想定される。</p> <p>Kinigi地域は近くに火山国立公園があり、公園内に生息するマウンテンゴリラなどの貴重な生物や生態系に配慮することが重要である。更に監視結果情報に基づき、影響レベルを関連づけることが必要である。</p>	B-	B-	<p><b>工事中：</b>保護区域外は「C」と評価される。工事騒音・振動、粉じん発生、一時的噴出時の騒音・振動、大気汚染、悪臭、濁水発生等における生態系や生物多様性の影響が想定される。</p> <p><b>供用時：</b>発電所稼働による騒音・振動、大気汚染・悪臭物質(H2S)の排出、排水の影響が想定される。</p>	C-	C-	<p><b>工事中：</b>騒音、サイト清掃、悪臭、振動、大気汚染や排出は、生態系や生物多様性への影響が想定される。 <small>現段階では事業実施による影響の程度は明確ではない。</small></p> <p><b>供用時：</b>発電所稼働による騒音・振動、大気汚染・悪臭物質(H2S)の排出、排水の影響が想定される <small>現段階では事業実施による影響の程度は明確ではない。</small></p>	B-	B-	<p><b>工事中：</b>保護区域「C」は存在しない。インフラ整備、騒音、悪臭、振動、大気汚染や排出が、生態系の多様性に影響を与える可能性がある。影響の程度はGisenyi地域及びBugarama地域と同程度と考えられる。</p> <p><b>供用時：</b>発電所稼働による騒音、振動、大気汚染・悪臭物質(H2S)の排出、排水による自然環境への影響が想定される。現在の段階では、影響度は「C」とされる。</p>
湖沼・河川	B-	D	<p><b>工事中：</b>Karisimbi地域では、掘削用の水をKarago湖から汲み上げており、掘削時に影響が想定される。河川の水象や形態を大きく変更する工事はないため、影響は想定されず「D」に評価される。</p> <p><b>供用時：</b>河川や湖沼の水象や形態を大きく変更する工事はないため、影響は想定されない。</p>	B-	D	<p><b>工事中：</b>Kinigi地域では、掘削用の水をMpenge川から汲み上げており、掘削時に影響が想定され、回避策を考える必要がある。</p> <p><b>供用時：</b>Mpenge川の水象や形態を大きく変更する工事はないため、影響は想定されない。</p>	B-	B-	<p><b>工事中：</b>Bugarama地域では、温泉湧出池とRubyiro川の二つの水源のみであり、一時的な影響が想定される。これらの水源に対し水象や形態を大きく変更する工事がない場合は、影響は想定されず「D」に評価される。</p> <p><b>供用時：</b>影響は発電所の位置や、水供給の方法により異なる。湧水池や河川を利用しない場合、影響は想定されず「D」に評価される。</p>	A-	A-	<p><b>工事中：</b>掘削がKivu湖近傍で行われた場合、影響が想定されるが、影響は「D」にする必要があるため、Kivu湖から離して掘削を行う。</p> <p><b>供用時：</b>影響は発電所の位置や、水供給の方法により異なる。Kinu湖から遠い場合、「D」に評価される可能性がある。</p>	A-	D	<p><b>工事中：</b>Karago地域には、Bihinga湖、Boma湖、Karago湖の3つの湖とNyamukongoro川がこの地域における主要な水源ある。これはサイトの場所により影響の程度は大きく変わり、サイトが湖の近くであれば影響は「A-」、そうでない場合は「D」の評価となる。</p> <p><b>供用時：</b>河川や湖沼の水象や形態を大きく変更する工事はないため、影響は想定されない。</p>

### 4-7 地図データによる評価

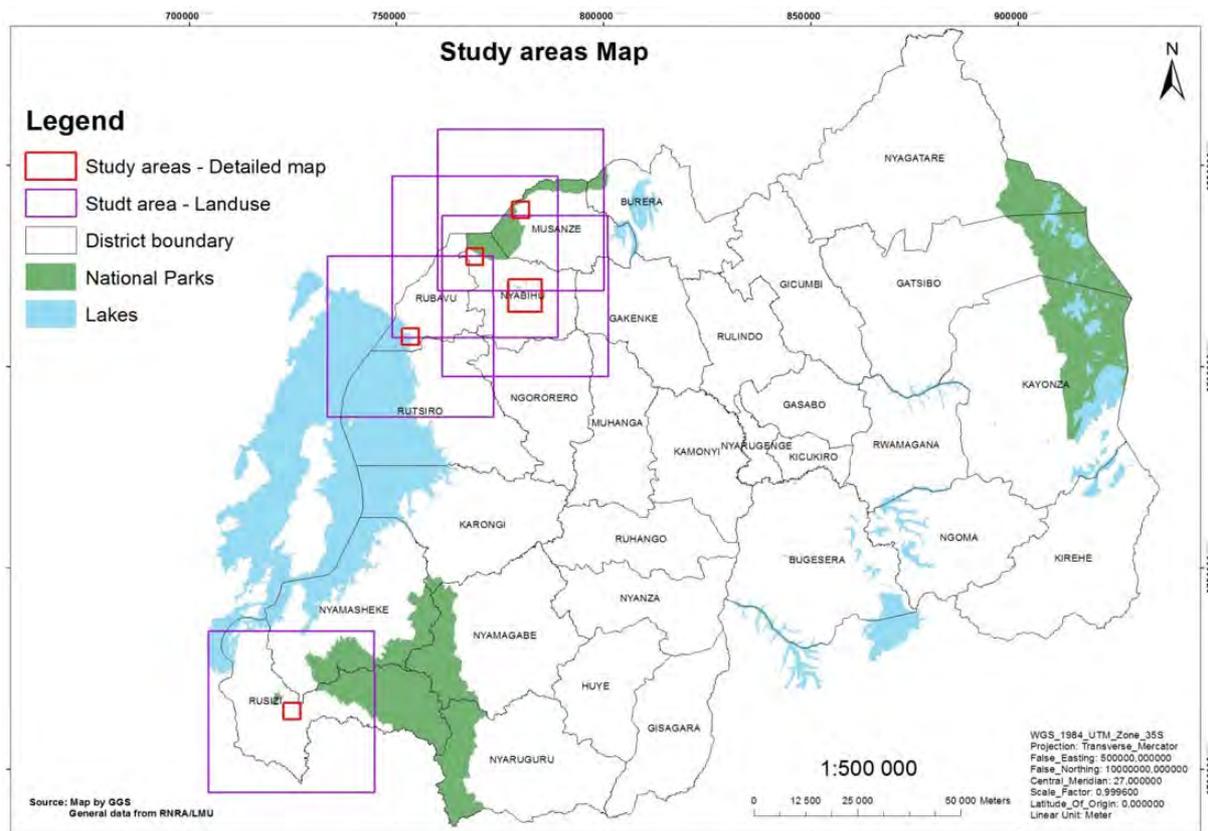


図 4-7.1 取りまとめた地図の位置

#### 4-7-1 Bugarama

Bugarama 地域は Rusizi 郡 Gitambi 及び Nyakabuye 地区の Mashyuza 温泉の周辺の Bugarama 谷に位置する。ルワンダ国で最も低標高であり、広大な一般的谷地形を呈する。中心を流れる Rubyiro 川とその渓谷両側にある中小規模の丘により形成されている。

この地域の土地利用は、バナナ、イモ、キャッサバなどで構成された自給混合農業によりその大部分が占められている。この地域はまた、谷の中に発達した灌漑水田農地を有する。

国内最大の温泉沈殿物の採石場を有するこの地域は、温泉沈殿物を加工する二つの工場が採石場の近くに位置している。採石は国内最大のセメント工場に供給され、それらは計画地から 3km 以内に位置している。

計画地周辺は、山裾の台地である。当地区は多くが裸地で住居も少ない。開発にあたっては、北部の山地居住地域、南部の水田地域を避けることができれば、事業による環境影響は比較的少ないものと考えられる。

表 4-7.1 Bugarama 地域の公共施設など

名称	緯度	経度
コーヒ洗浄場	723477	9712555
健康センター	723180	9712791
工場	724785	9713859
学校	726151	9715500
コーヒー洗浄場	726324	9716073
市場	725799	9716319
商業センター	723888	9715840
工場	726088	9716168
工場	725011	9713976
健康センター	726081	9715739
健康センター	725757	9716115
銀行	725720	9716120
警察署	725803	9716178
市場	725844	9716165
教会	726483	9714394
廃棄場	725824	9716108
学校	722929	9712849
教会	722990	9712699

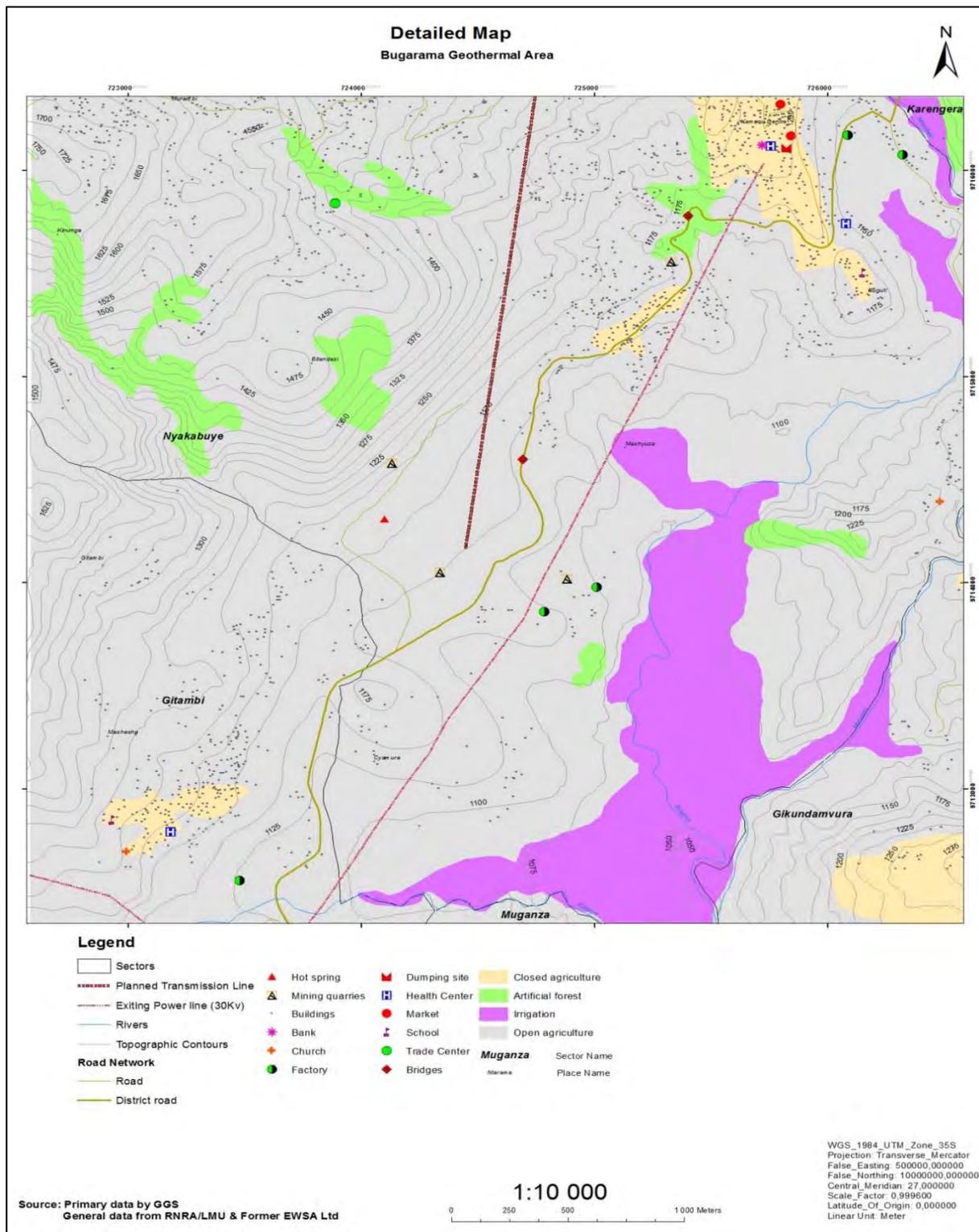


図 4-7.2 Bugarama 詳細地図



写真 4-7.1 Bugarama 開発予定地の現状

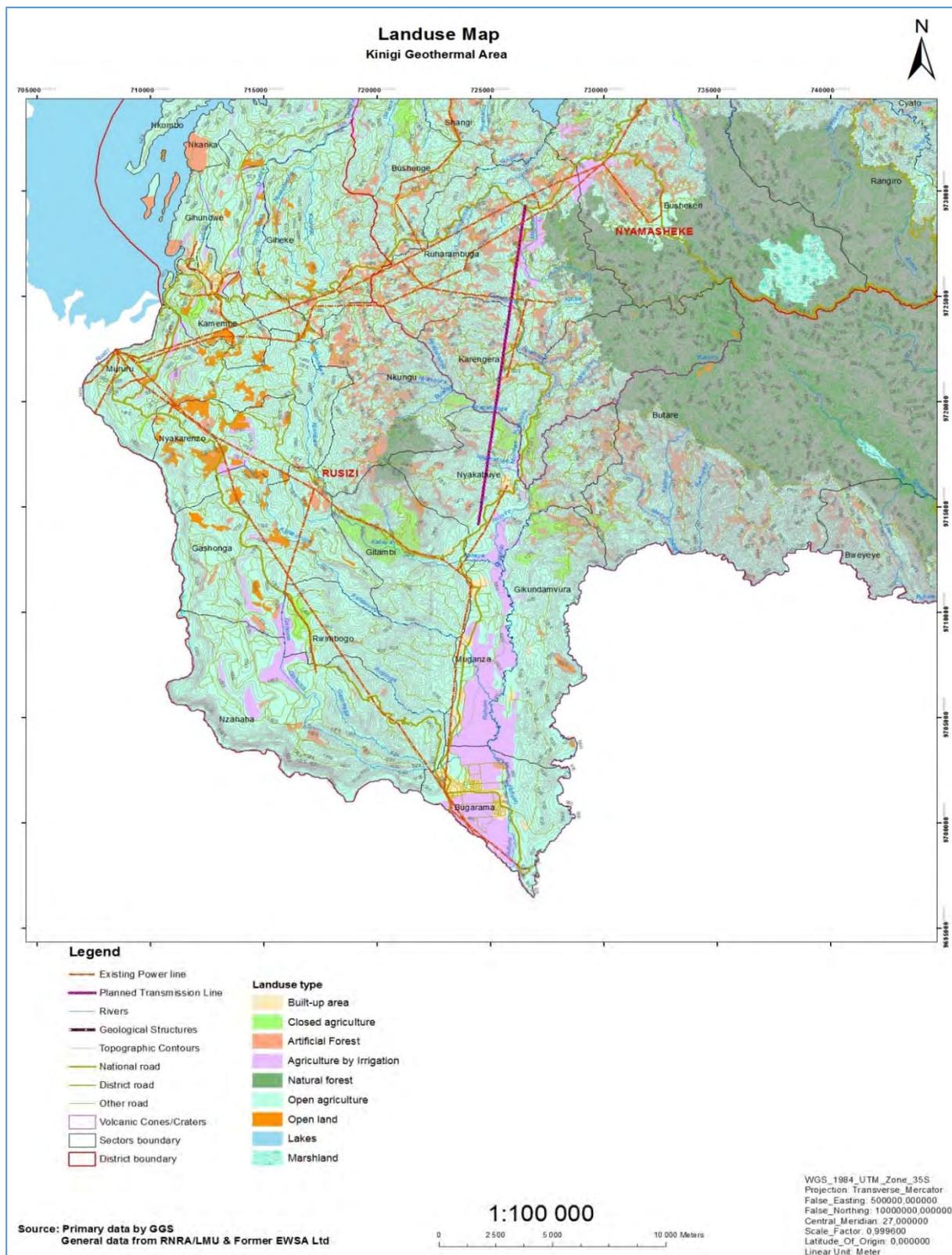


図 4-7.3 Bugarama 土地利用図

#### 4-7-2 Gisenyi

Gisenyi 地域は、Kivu 湖東岸の Gisenyi 温泉の近隣にある。計画地は Rubavu 地区の Nyamyumba セクターの位置し、湖からはやや離れている。この地域の土地利用は、混合農業の農地、居住地建物及び森林に占められている。社会基盤施設はその多くが湖周辺の観光業に依存している。

表 4-7.2 Gisenyi 地域の公共施設など

名称	緯度	経度
コーヒ洗浄場	753565	9806739
学校	754489	9805629
学校	753440	9807587
健康センター	753498	9806304
コーヒ洗浄場	755302	9807535
工場	753740	9807987
教会	753975	9809276
学校	753848	9809176
学校	753987	9809096
教会	752583	9809441
イスラム教寺院	753774	9805938
ホテル	753341	9806511
警察署	753328	9808027
教会	753927	9806729
教会	753096	9808180
ホテル	752906	9808214
教会	752870	9808337
ホテル	752615	9808357
ホテル	752342	9808490
ホテル	752139	9808476
ホテル	751771	9808482
ホテル	752071	9808554
ホテル	751903	9809114
教会	754960	9807620
商業センター	753587	9808160
学校	753612	9807353
教会	753524	9807347
教会	754634	9809461
景勝地	751934	9809198

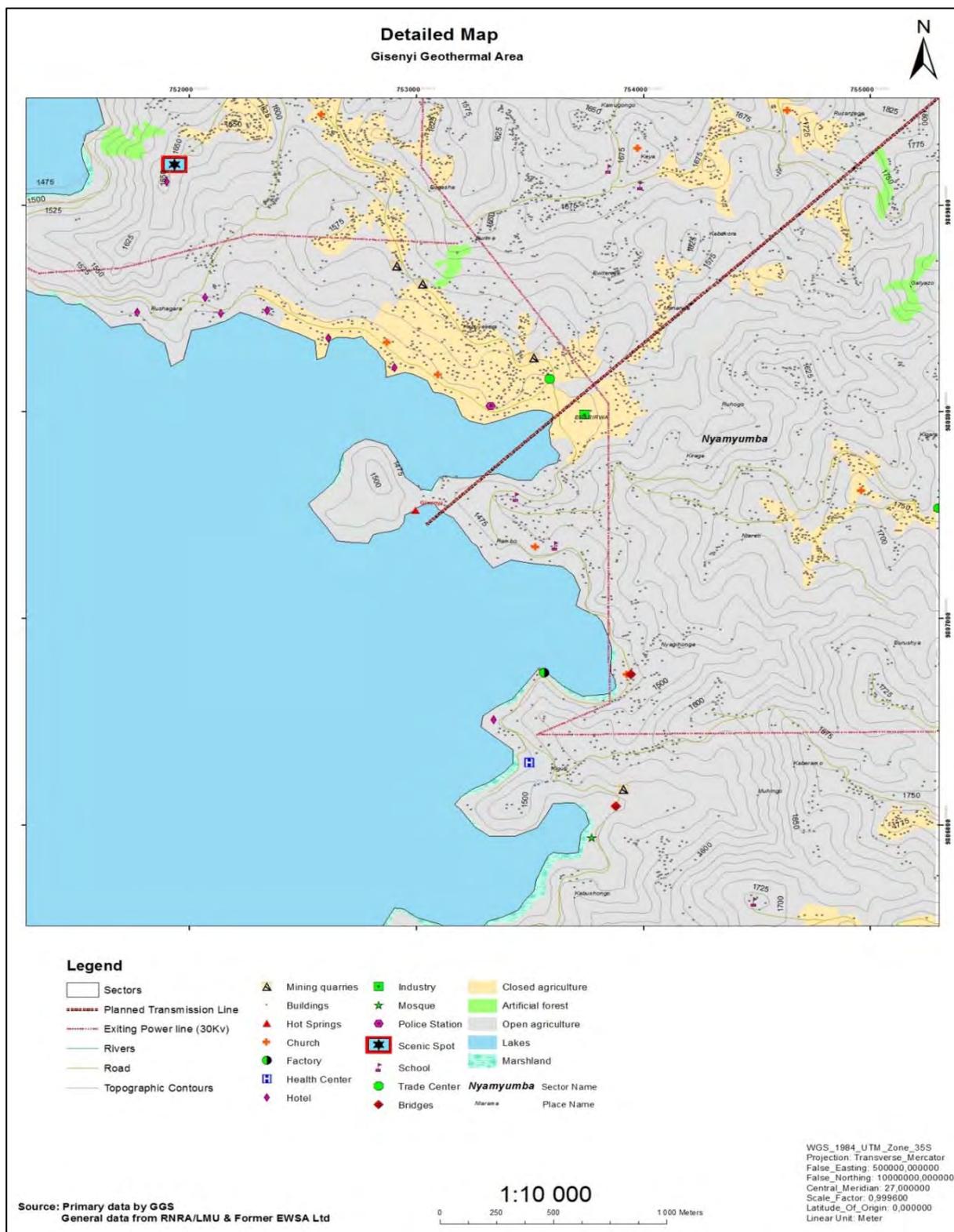


図 4-7.4 Gisenyi 詳細地図

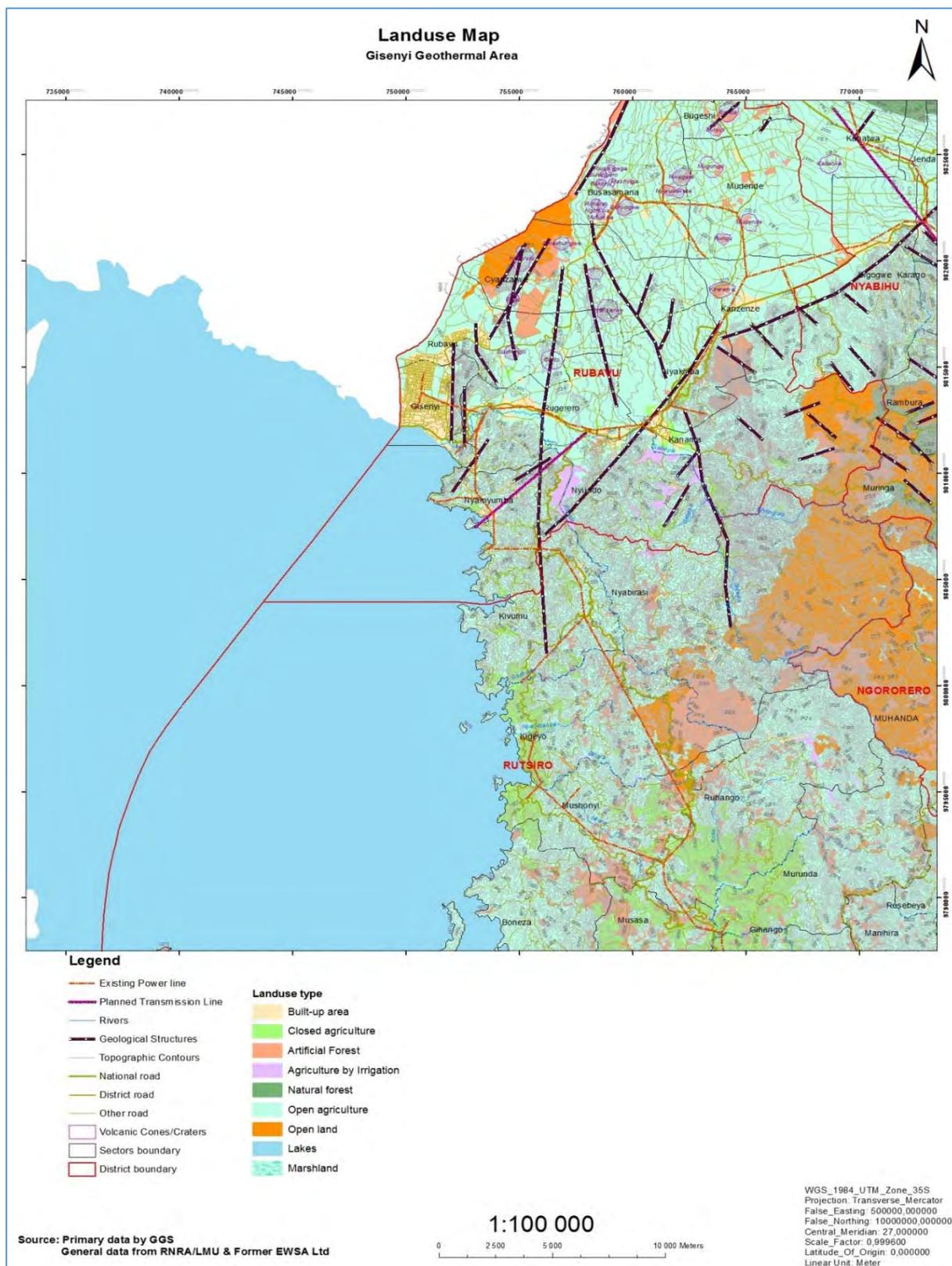


図 4-7.5 Gisenyi 土地利用図

### 4-7-3 Karisimbi

Karisimbi 地域は Karisimbi 火山斜面の火山国立公園に近接した場所ある。Nyabihu 地区の Kabatwa セクターに位置している。この地域の土地利用は、アイリッシュポテトと除虫菊栽培の農地が占める。

このエリアは海拔 2,500-2,700m の範囲の高標高地で、道路に沿った定住を容易にするなだらかな斜面の様相を呈している。

表 4-7.3 Karisimbi 地域の公共施設など

Designation	LATITUDE	LONGITUDE
学校	769467	9825769
教会	767462	9828473
教会	768011	9828553
イスラム教寺院	768745	9826614
教会	768877	9826491
商業センター	769123	9826318
商業センター	768479	9826791

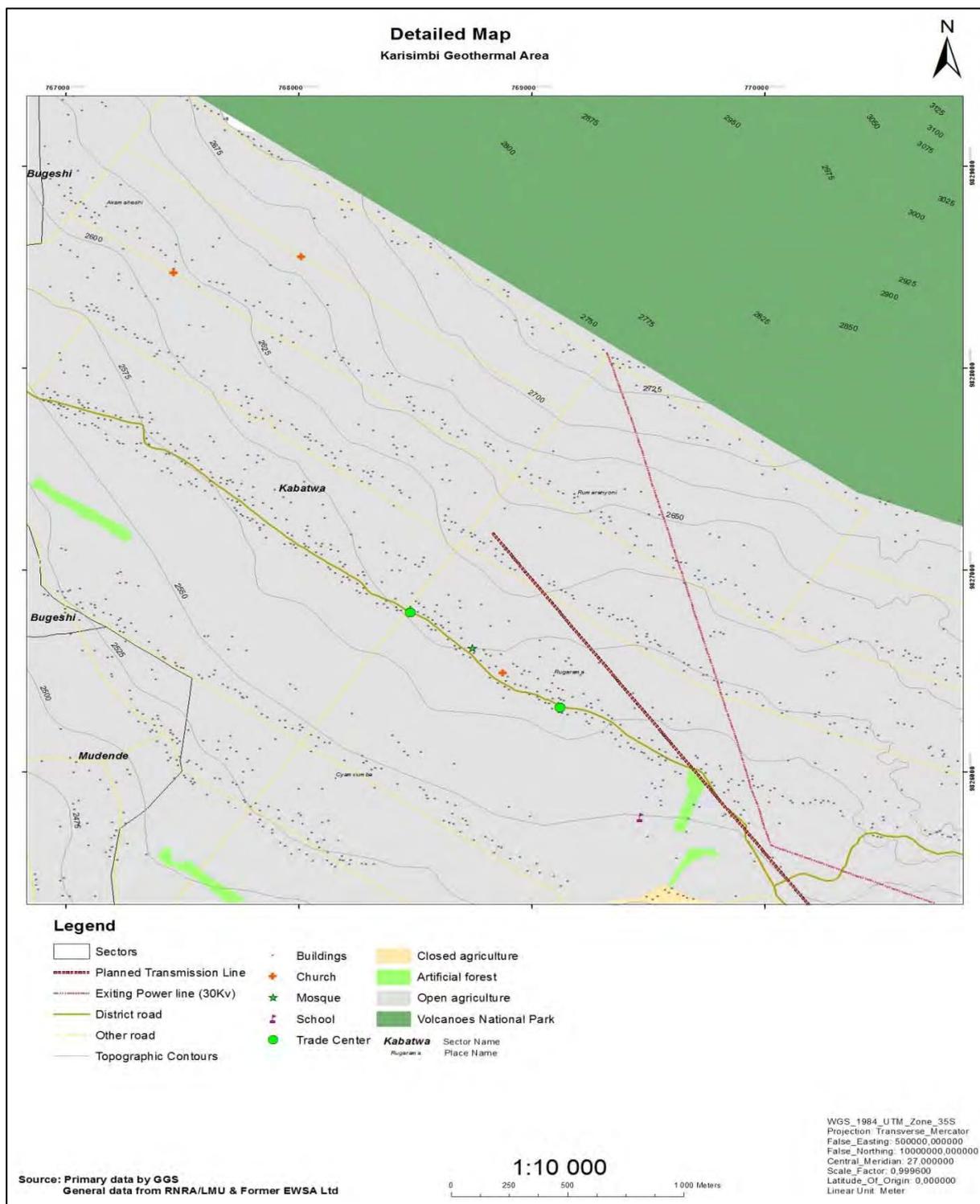


図 4-7.6 Karisimbi 詳細地図

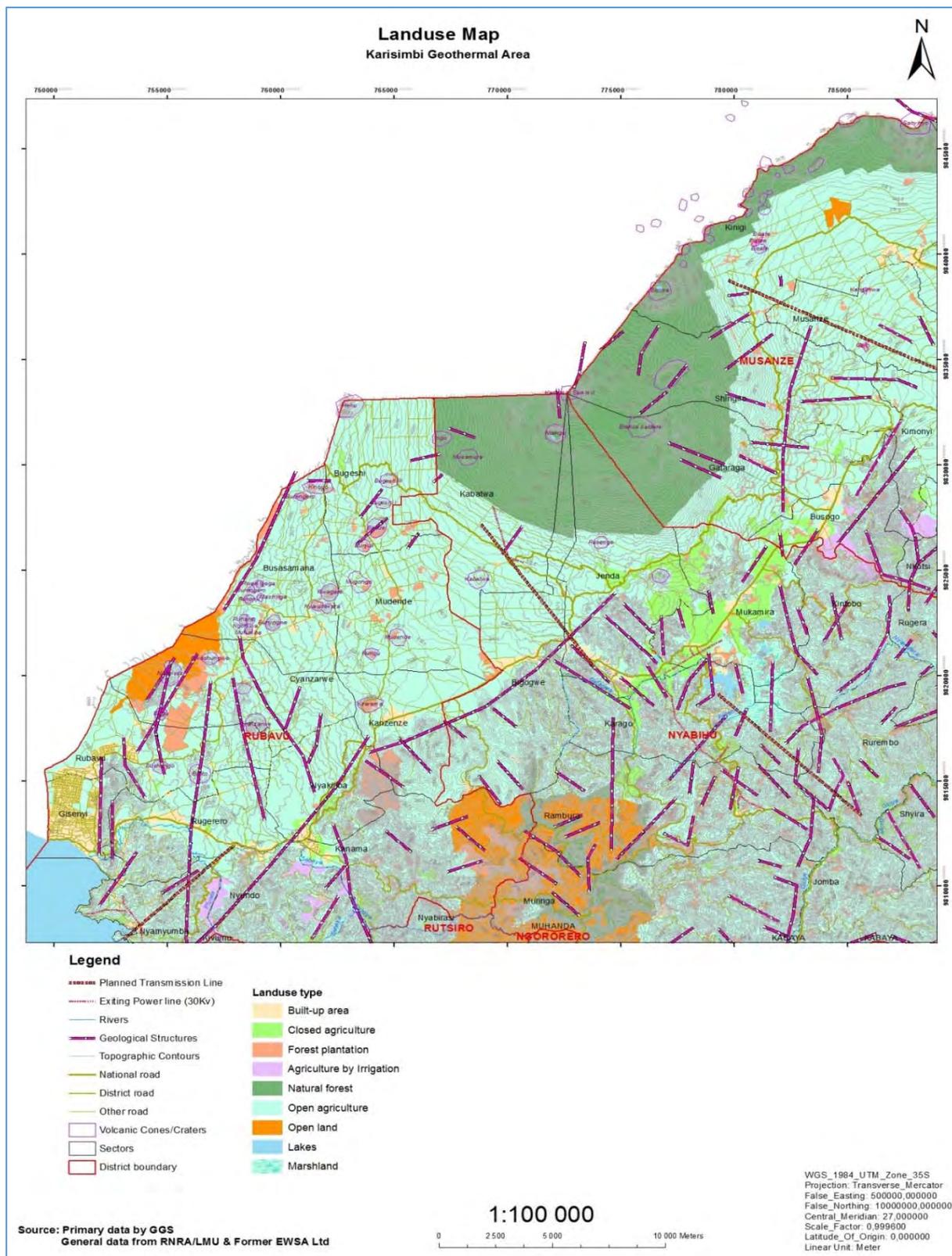


図 4-7.7 Karisimbi 土地利用図

#### 4-7-4 Kinigi

Kinigi 地域は Musanze 地区の Kinigi セクターに位置し、Karisimbi と同様に火山国立公園南部に隣接した 2,400～2,600m 標高で、道路に沿った定住を容易にするなだらかな斜面地である。この地域の土地利用はジャガイモと除虫菊の農地で占められている。ルワンダ国の重要な観光資源であるゴリラツアーが実施されている地域で、ゴリラを保護する Karisoke 研究所もある。

表 4-7.4 Kinigi 地域の公共施設など

名称	緯度	経度
コーヒー洗浄礁	723477	9712555
健康センター	723180	9712791
工場	724785	9713859
学校	726151	9715500
コーヒー洗浄場	726324	9716073
市場	725799	9716319
商業センター	723888	9715840
工場	726088	9716168
工場	725011	9713976
健康センター	726081	9715739
健康センター	725757	9716115
銀行	725720	9716120
警察署	725803	9716178
市場	725844	9716165
教会	726483	9714394
廃棄場	725824	9716108
学校	722929	9712849
教会	722990	9712699

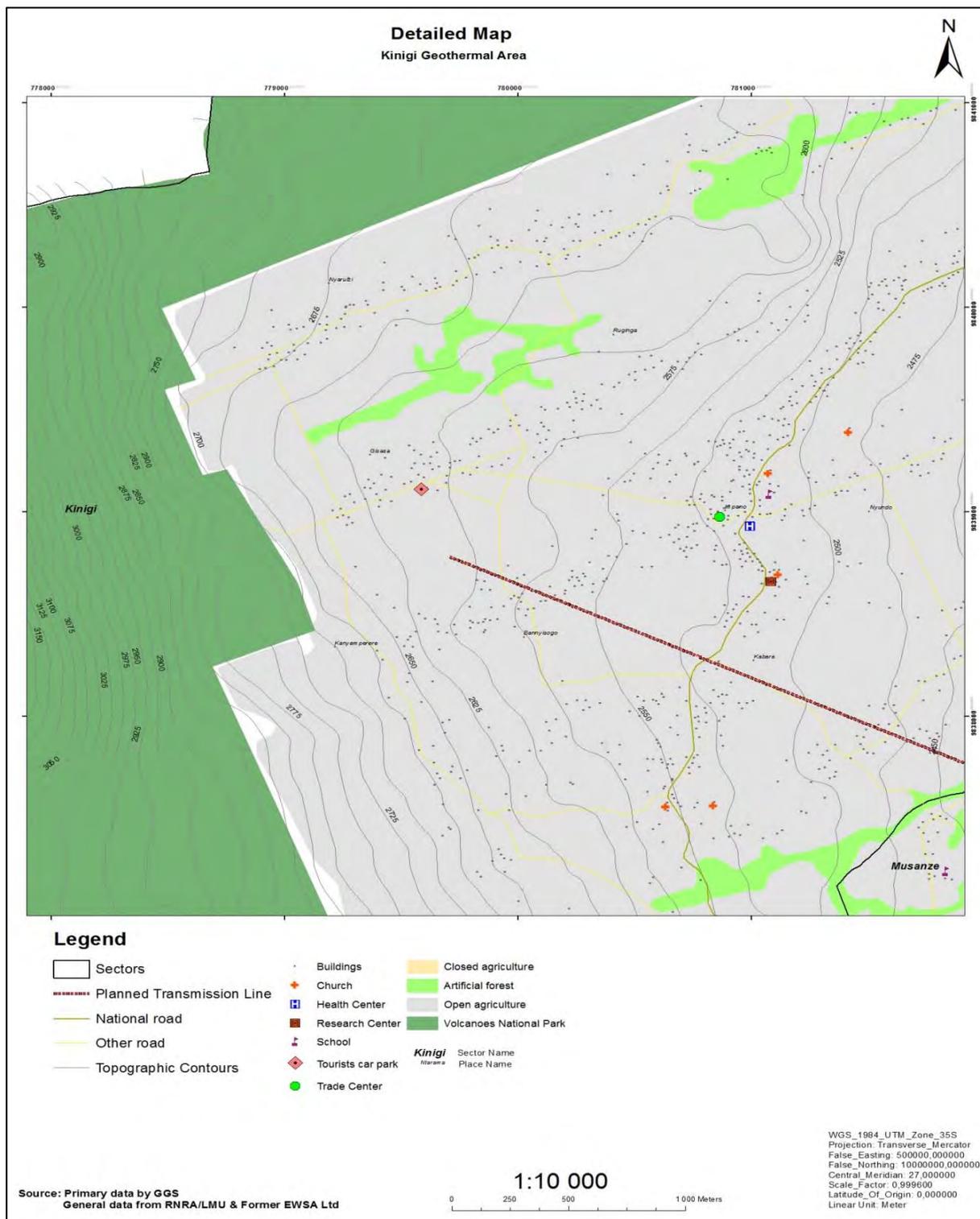


図 4-7.8 (1) Kinigi 詳細地図

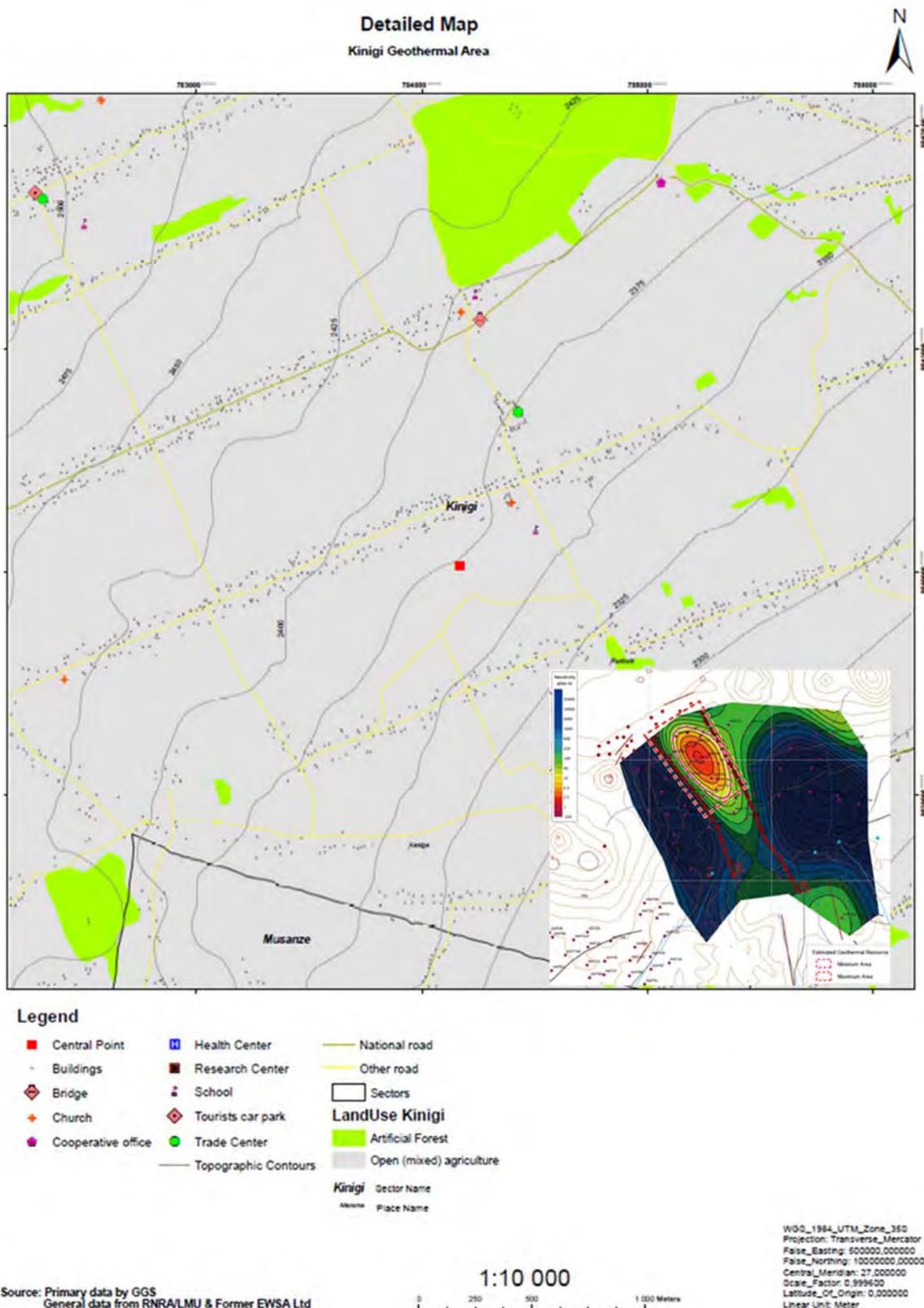


図 4-7.8 (2) Kinigi 詳細地図 2 (地熱資源評価地域)



写真 4-7.2 地熱資源評価地域中心地点



写真 4-7.3 地熱資源評価地点中心点付近の集落

地熱資源評価地域における評価は、公共機関の位置図の評価より、本地域は住居が路沿いに分布するが、0.5～1.0kmの距離がある道路間は農地や林地となっている。Areaの中心も、広大な除虫菊畑であった。ただし、数百m近傍の北東側には本地区の中心的集落や教会、学校が位置している。

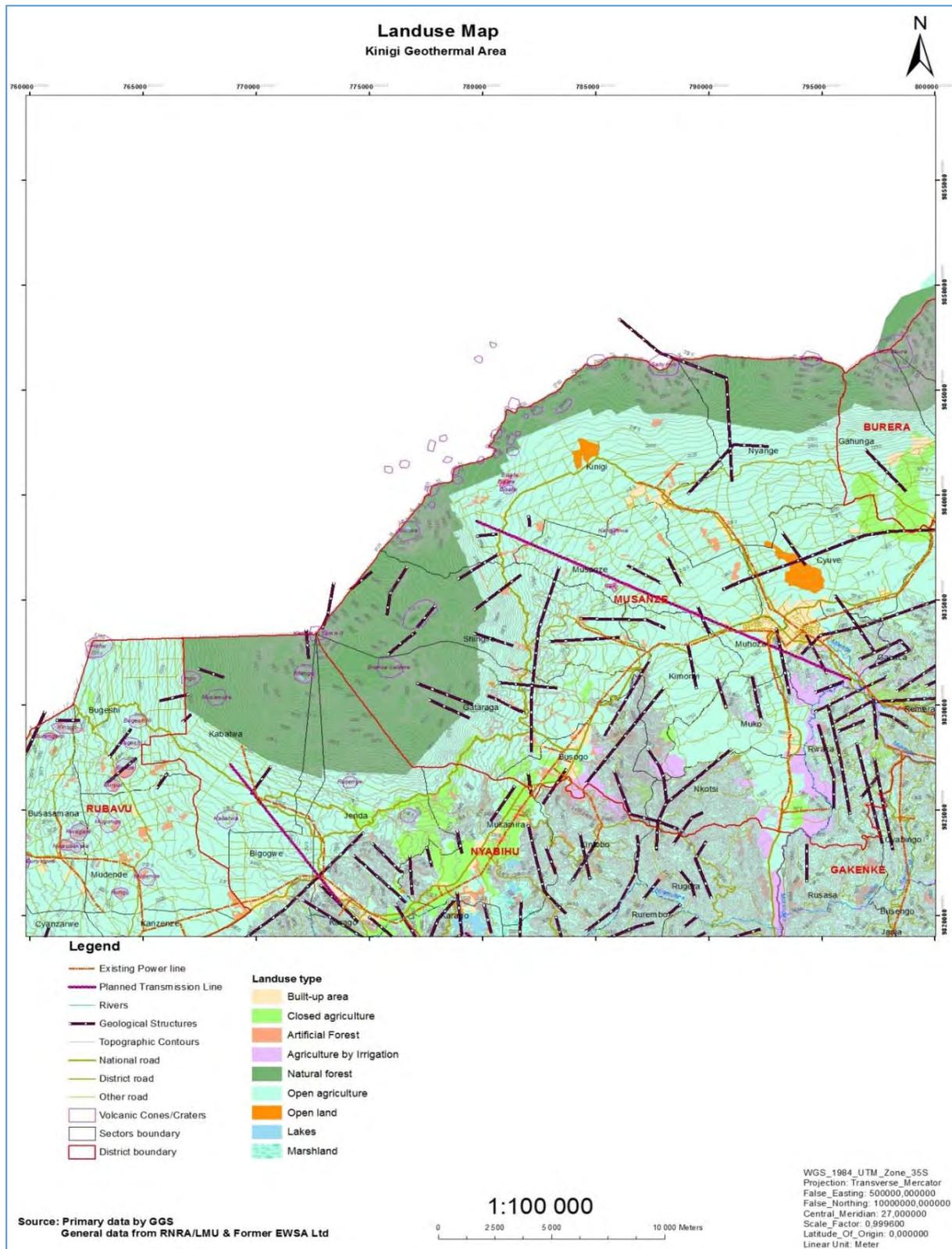


図 4-7.9 Kinigi 土地利用図

#### 4-7-5 Karago (Karisimbi の水源地点として)

Karago 地域は、Karago 湖の周辺に位置し、Nyabihu 地区の Karago、Rambura、Rurembo、Kintobo 及び Mukamira の各セクターに位置する。この地域の地形は急斜面で高標高の山地である。居住区と他の建物は基本的に道路に沿った山の頂上に建てられている。

この地域の土地利用は、バナナ、イモ、キャッサバ等々で構成された自給混合農地によりその大部分が占められている。また、斜面に、当初の小麦大農園に取って代わったマウンテンテニー農園による開けた農地を有する。

この地域の社会基盤施設としてお茶工場は経済活動に大きな影響を与えている。

表 4-7.5 Karago 地域公共施設など

名称	緯度	経度
工場	779469	9816740
構造	779764	9816672
学校	780316	9817582
学校	779040	9818181
学校	778788	9818327
学校	780351	9814233
学校	780477	9814180
学校	781004	9813929
学校	784354	9815145
学校	784080	9819023
学校	777412	9814980
学校	778554	9818381
学校	778566	9820181
市場	777965	9821452
工場	778456	9821309
教会	778167	9821265
教会	777461	9820716
イスラム教寺院	777974	9821380
ガソリンスタンド	778393	9821389
駐車場	778501	9821415
学校	778653	9821849
教会	778973	9817557
工場	779392	9816630
学校	784651	9821125
教会	781300	9821788
商業センター	781251	9821768
銀行	778059	9821419
軍キャンプ	779371	9820852
青年センター	778813	9820034

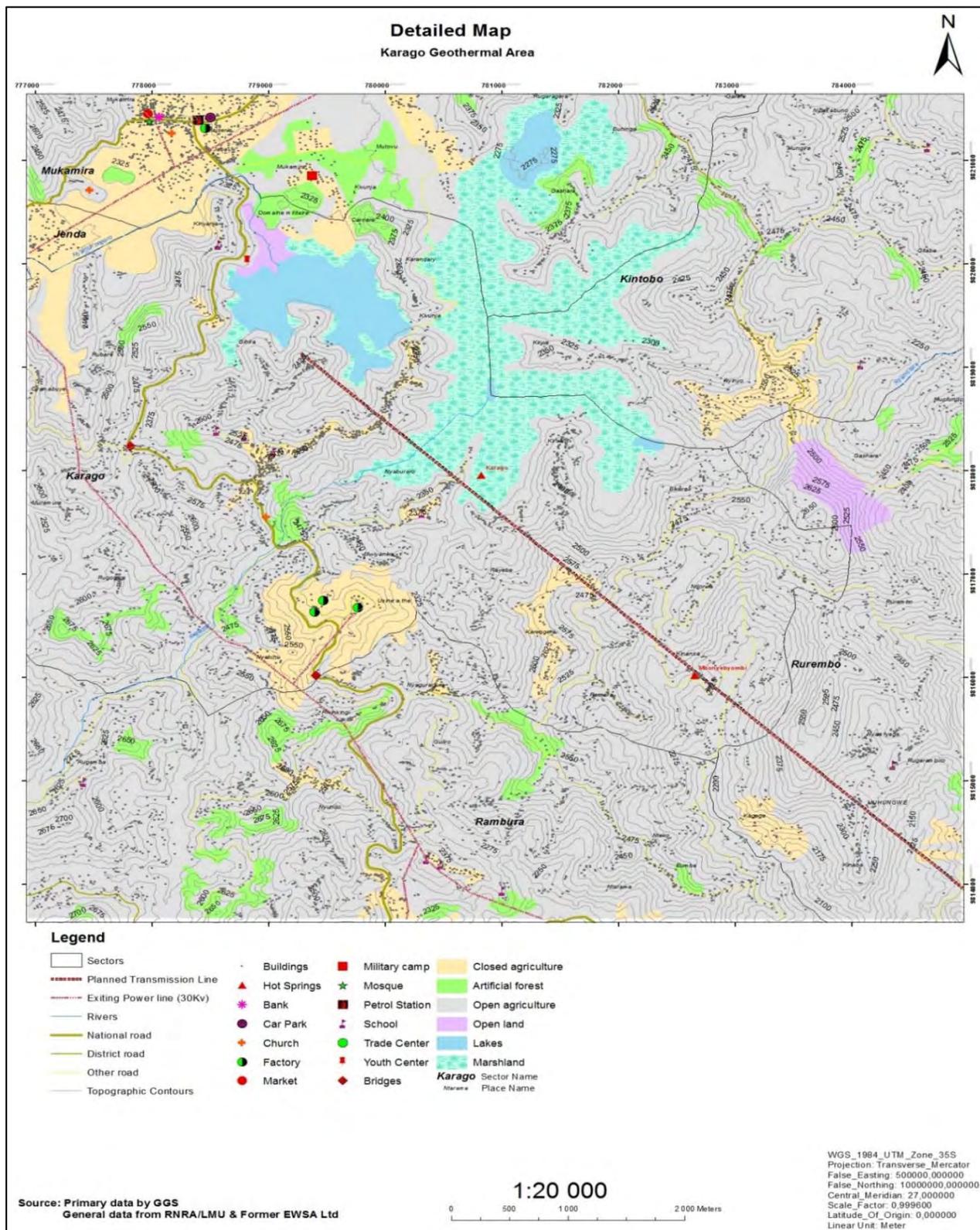


図 4-7.10 Karago 詳細地図

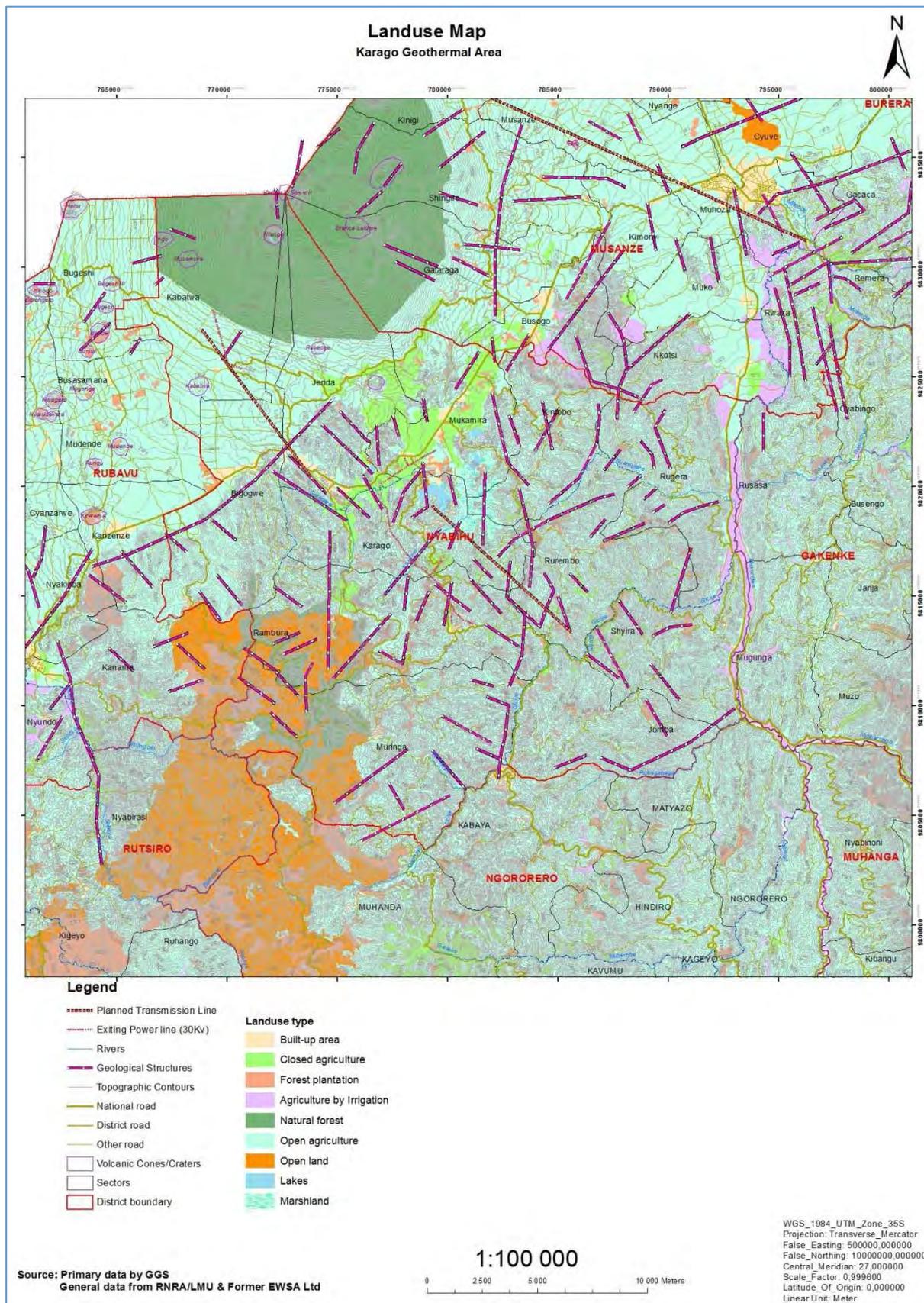


図 4-7.11 Karago 土地利用図

#### 4-8 代替案の検討（発電方式別スコーピング）

ルワンダ国における、地熱発電の代替案の検討を行った。代替案は現在計画されている主要発電方式である、水力発電、メタン発電、PEAT発電、ディーゼル発電に関して検討した。現時点で開発地域や規模が明確となっていないことから、定性的な相対評価となる。また、ゼロオプションについては、Kinigi 地域を想定して実施した。

検討結果を表 4-8.1 に示す。

地熱発電は、他の発電方式と比較すると、技術的に信頼性があり、土地改変面積が小さく、排出物による環境影響も少ないなど、それぞれの特性をバランス良く持つ、発電方式と言える。特に国土面積がコンパクトなルワンダ国には適した環境影響の少ない発電方式である。

ルワンダ国で計画されている、地熱発電、水力発電、ディーゼル発電、メタン発電において、地熱発電は排ガスの排出も少なく、土地改変面積も小さいなど、相対的に環境影響の少ない発電方式と評価される。

PEAT発電に関しては、PEAT採掘予定地の土地利用との関係性を図 4-8.1 に示した。

PEAT採掘予定地点は、主として農地、湿地帯と重なっており、農地補償、住民移転、湿地生態系への影響が懸念される。

表 4-8.1 (1) 発電方式別スコーピング結果表 1

影 響	地 熱 発 電	水 力 発 電
非自発的住民移転	影響はほとんどない	影響は大きい (貯水池の新設)
地域経済	影響はほとんどない	影響は大きい (貯水池の新設)
土地利用や地域資源利用	影響は小さい(井戸掘削、地熱発電所建設)	影響は大きい (貯水池の新設)
貧困層 先住民及び少数民族	影響はほとんどない	影響は大きい (貯水池の新設)
文化遺産	影響はほとんどない	影響は大きい (貯水池の新設と貯水の実施)
感染症 (HIV/AIDS)	影響は小さい (大規模土木工事を必要とせず、建設労働者の数が少ない)	影響は大きい (工事期間が長期であるため、建設現場に建設労働者が長期的に流入する)
水文	影響はほとんどない	影響は大きい (河川形態の変更と貯水による河川流量の変化)
動物相、植物相 生態系	影響はほとんどない	影響は大きい (貯水池の新設、貯水による植物相や動物相の生育・生息地の消失や影響、河川流量の変化による水生生物への影響)
大気、悪臭	影響は大きい (H <sub>2</sub> S の排出)	影響はほとんどない
水汚染	影響はほとんどない	影響は大きい (貯水による水質の悪化)
騒音	影響は小さい	影響はほとんどない
地形・地質	影響は小さい	影響は大きい (貯水池の新設と貯水の実施)
廃棄物	影響は小さい (産業廃棄物の発生)	影響はほとんどない
地球温暖化	影響はほとんどない	影響は小さい (植生の損失)
技術的安定性	安定	安定

表 4-8.1 (2) 発電方式別スコーピング結果表 2

影 響	ディーゼル発電	メタン発電
非自発的住民移転	影響はほとんどない	影響はほとんどない
地域経済	影響はほとんどない	影響はほとんどない
土地利用と地域資源の活用	影響は小さい（発電所建設）	影響は小さい
貧困層 先住民及び少数民族	影響はほとんどない	影響は小さい
文化遺産	影響はほとんどない	影響はほとんどない
感染症（HIV/AIDS）	影響は小さい（大規模土木工事を必要とせず、建設労働者の数が少ない）	影響は小さい（大規模土木工事を必要とせず、建設労働者の数が少ない）
水文	影響はほとんどない	影響はほとんどない
動物相、植物相 生態系	影響は小さい	影響は小さい
大気、悪臭	影響は大きい（排ガス）	影響はほとんどない（CO <sub>2</sub> , 排ガス）
水汚染	影響はほとんどない	影響は小さい
騒音	影響は小さい	影響はほとんどない
地形・地質	影響は小さい	影響は小さい
廃棄物	影響は小さい（産業廃棄物の発生）	影響はほとんどない
地球温暖化	影響は小さい	影響は小さい
技術的安定性	安定	やや不安定

表 4-8.1 (3) 発電方式別スコーピング結果表 3

影 響	ピート発電	ゼロオプション
非自発的住民移転	影響は小さい (ピート採掘)	影響はない
地域経済	影響は小さい	影響はない (プラスの影響なし)
土地利用と地域資源の活用	影響は大きい (ピート採掘と発電所建設)	影響はない
貧困層 先住民及び少数民族	影響は小さい (ピート採掘)	影響はない
文化遺産	影響はほとんどない	影響はない
感染症 (HIV/AIDS)	影響は小さい (大規模土木工事を必要とせず、建設労働者の数が少ない)	影響はない
水文	影響はほとんどない	影響はない
動物相、植物相 生態系	影響は大きい (ピート採掘)	影響はないもしくはほとんどない (農業の影響)
大気、悪臭	影響は大きい (排ガス)	影響はない
水汚染	影響は小さい (ピート採掘)	影響はない
騒音	影響は小さい	影響はない
地形・地質	影響は小さい (ピート採掘)	影響はない
廃棄物	影響は大きい (燃え殻)	影響はない
地球温暖化	影響は小さい	影響はない
技術的安定性	やや不安定	-

図 4-8.1 に、ルワンダの主要PEAT産地である南部国境部におけるPEATの分布図と土地利用図を示す。

本図よりPEATの分布はほぼ灌漑農地と重なっていることが明らかである。従って、PEAT発電の原料となるPEATの採取にあたっては、農業への影響、また、これらの農地で生計を立てている農民への配慮を行う必要がある。また、灌漑農地は季節的に動物（鳥類、両生類など）の生活の場となるハビタットとして重要な役割を担っており、水生植物を基板とした貴重な生態系が形成されていることが予想される。PEATの採取にあたっては、これらの動植物の季節的变化を把握した上、自然環境への影響を最小限にする計画とすることが重要と考えられる。

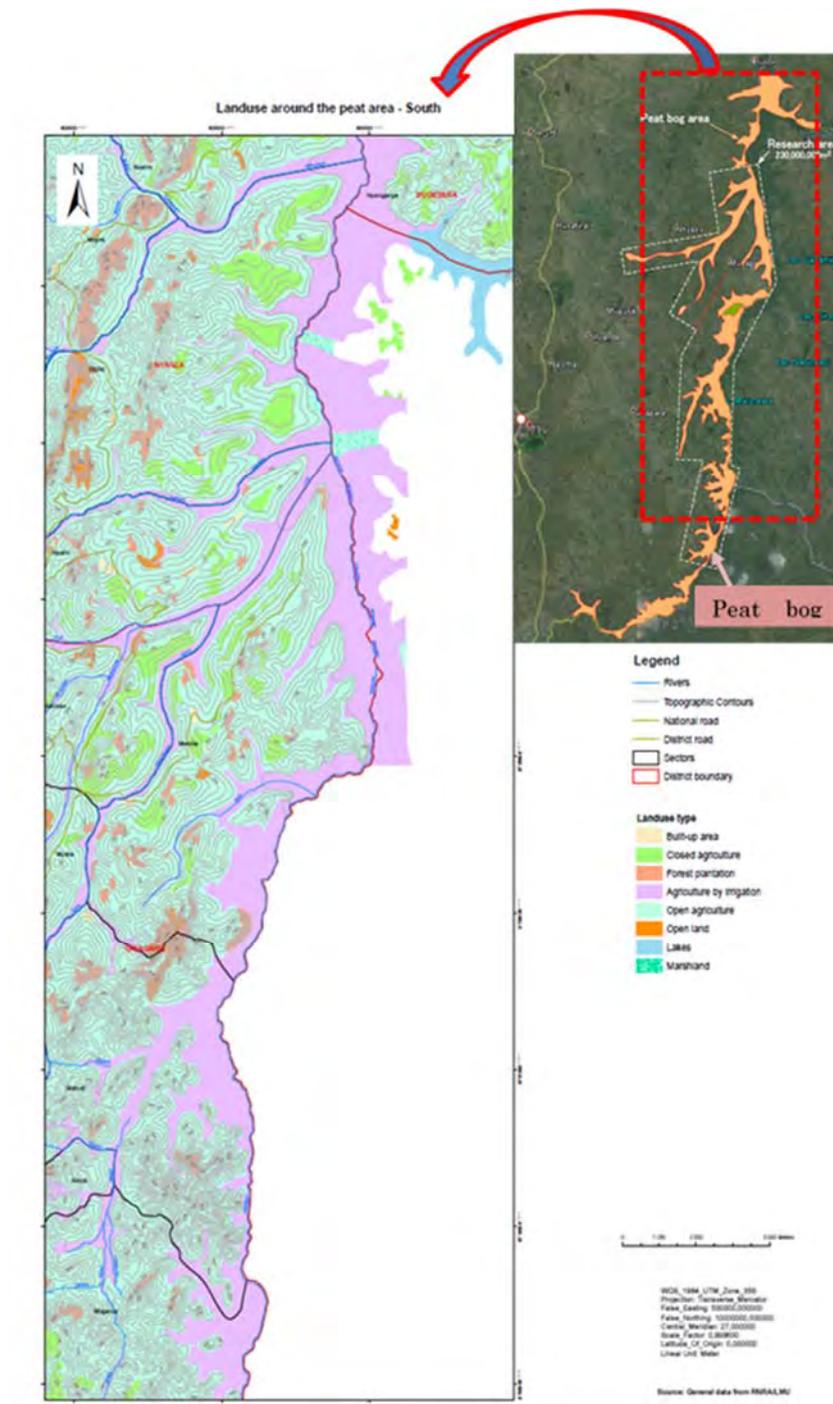


図 4-8.1 PEAT主要採取地と土地利用

#### 4-9 モニタリング計画

各開発地点のプロジェクトにおけるモニタリング計画は、プロジェクトの具体的な計画を定めた段階で地域の環境特性及びプロジェクトの特徴を考慮して、各プロジェクトにおいて作成する必要がある。

モニタリング計画は種々の環境要因（表 4-9.1）の質をモニタリングし、評価し、制御するための技術的な仕組みである。

表 4-9.1 モニタリング計画

項目	パラメータ	工事期間 (噴出試験、掘削、建設工事)	供用期間
大気質	H <sub>2</sub> S	調査地点：噴出井戸周辺は 2～4 地点及び民家、集落地点 1～4 地点 調査頻度：1 回/月	調査地点：生産井及び発電所周辺は 2～4 地点及び周辺民家、集落地点 調査頻度：1 回/月
	PM <sub>10</sub> 、PM <sub>2.5</sub> 、NO <sub>x</sub>	調査地点：建設現場周辺は 2～4、アクセス道路は 3 地点 調査頻度：4 回/年	—
騒音	騒音レベル	調査地点：建設現場周辺は 4 地点、至近民家、集落地点 調査頻度：4 回/年	調査地点：発電所敷地境界は 4 地点、至近民家、集落地点 調査頻度：4 回/年
水質	地表水水質	調査地点：サイト近隣河川の上・下流及び湖沼 調査頻度：4 回/年	調査頻度：プラント近隣河川の上・下流及び湖沼 調査頻度：4 回/年
	地下水水質	調査地点：周辺の井戸 1～3 地点 調査頻度：4 回/年(水質)、水位(1 回/月)	調査地点：周辺の井戸 1～3 地点 調査頻度：4 回/年 水位は 1 回/月
	排水水質（水温、pH、SS、EC、BOD <sub>5</sub> 、鉍油類）	調査地点：仮設沈澱池排水出口 調査頻度：1 回/月	調査地点：発電所排水及び生活排水出口 調査頻度：4 回/年
温泉	水質（泉温、pH、EC、Na <sup>+</sup> 、Ca <sup>2+</sup> 、Cl <sup>-</sup> 、SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> など）、水量	調査地点：利用されている温泉 調査頻度：1 回/月（掘削開始 3 ヶ月前及び掘削、噴出期間） 評価方法：調査結果の推移の比較分析	調査地点：利用されている温泉 調査頻度：4 回/年 評価方法：調査結果の推移の比較分析

	H2S 検出された場合に実施	調査地点：開発地域周辺の温泉湧出口 調査頻度：1回/月（掘削開始3ヶ月前及び掘削、噴出期間） 評価方法：調査結果の推移の比較分析	生産井及び発電所周辺の温泉湧出口 調査頻度：4回/年 評価方法：調査結果の推移の比較分析
地盤変動	標高	調査地点：生産井周辺は4～6地点、集落地点は2～4地点 調査頻度：1回/年 調査方法：水準測量による地点の標高測定 評価方法：毎年の測定値の比較検討	
動植物	動物（鳥類を含む）植物及び動植物の多様性	調査地点：EIA ベースライン調査地点 調査頻度：2回/工事期間（調査季節を考慮する） 工事期間前、中、後のゴリラ動態詳細調査	調査地点：EIA ベースライン調査地点 調査頻度：1回/年（調査季節を考慮する） ゴリラ動態調査
	水生生物（プランクトン及び底生動物）	調査地点：サイト近隣河川の上流、下流及び湖沼 調査頻度：2回/年（雨季及び乾季）	調査地点：プラント近隣河川の上流、下流及び湖沼 調査頻度：2回/年（雨季及び乾季）
文化遺産	考古学的な遺跡や文化遺産への影響	調査地点：考古学的な遺跡や文化遺産サイト 調査頻度：2回/年（雨季及び乾季）	調査地点：考古学的な遺跡や文化遺産サイト 調査頻度：2回/年（雨季及び乾季）

#### 4-10 地熱発電電力開発における環境社会配慮に関する提言

地熱開発による地域活性化策は、雇用促進、インフラや公共施設の拡充、廃熱や発電電力を利用した農作物乾燥（お茶、除虫菊、コーヒーなど）、ハウス栽培、農地灌漑用地下水揚水など多岐にわたる。更に、ルワンダ国における地域的特性を考慮すると、次の様な環境保全、地域活性化策が提案できる。

##### 4-10-1 ゴリラ保護との連携

現在 Kinigi ではゴリラが保護されるべき国立公園の敷地境界際まで農地が広がり、現地調査時においても、境界線近傍での農作業活動も観察された。ゴリラ保護 NGO への聞き込みによると農民が公園の中に入ったり、逆にゴリラが農地に出てくるトラブルが起きているとのことである。Kinigi に地熱発電所を計画する場合、国立公園敷地境界隣接農地を買い上げ、緩衝帯として転換すればゴリラ保護の上でも現状よりプラスとなり、相互が関連する問題点も解決できるものと考えられる。また、地域に精通した農民を、自然保護官・案内人として雇用し、実務のみではなく、地域農民や住民への環境啓発の中心的な役割を担う人員として育てることも一案である。

##### 4-10-2 土砂流出、粉じん防止

地方部となる地熱開発予定地では、裸地が多く、既存の道路が未舗装であったり、工事法面

が放置され土砂流出が生じている箇所が頻繁に見受けられる。その結果、土砂流出が生じ、流域の河川も土壌粒子で懸濁化した状態である。特に Bugarama では、大規模なコンクリート工場が稼働し、大型トラックが頻繁に行き来する状況にあるにもかかわらず、主要アクセス道路は未舗装で、車通行に伴う粉じん発生も顕著である。地熱開発計画にあたっては、植林や、裸地整備、道路舗装、法面の保護工などを建設開始時点から実施し、ルワンダ国の代表的環境問題の一つである土砂流失問題の解決に寄与し、周辺住民の生活環境の向上につなげることが重要である。ただし、これらの措置を実施する場合、地域住民、地方政府、既往の企業者との調整を実施し、事業を協働して実施することが肝要である。

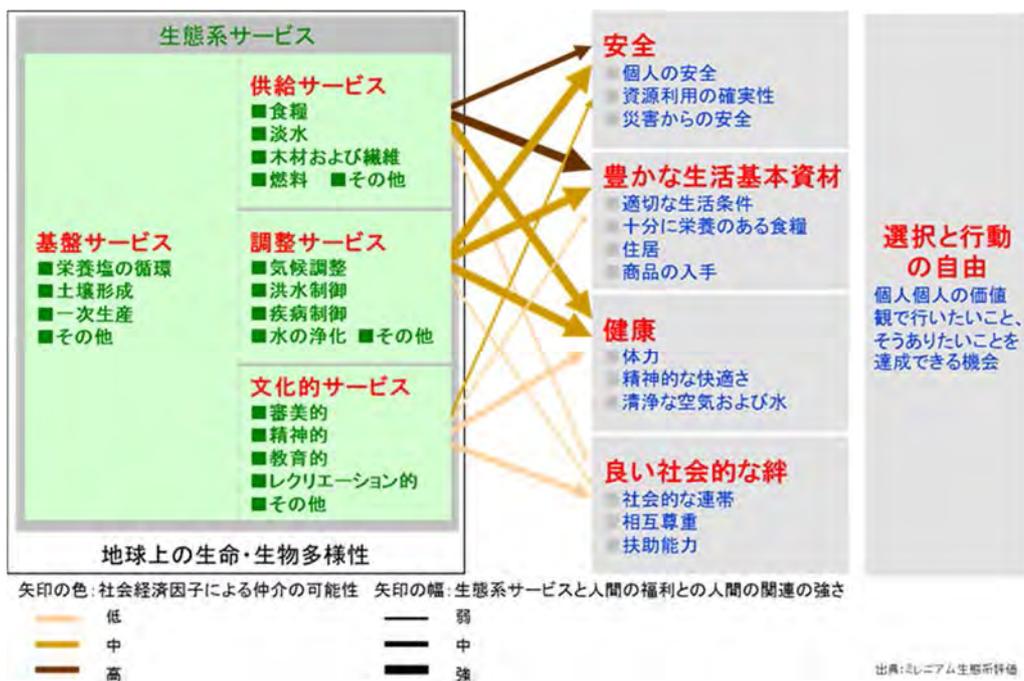
#### 4-10-3 潜在的な地域資源のネットワーク化

北部地域 (Kinigi+Gisenyi)、南部地域 (Bugarama) には、新規もしくは再整備した上、それらをネットワーク化することにより、エコツーリズム、テクノツーリズムなどの観光資源として活用できる地域資産が数多く存在する。眺望点、地域文化、学術的観光施設、また、それらのアクセス道路の整備を行い、加えて、これらを人の動線(車道など)でつなぐネットワークシステムを構築する。将来の観光開発 (例: Kivu 湖開発、カリシンビロープウェイ? など) も踏まえ、戦略的に実施する。

北部地域では既往のゴリラツアーとの連携も重要である。現状のまま公園内への訪問者をこれ以上増やすことは限界であるため (NGO 談)、ゴリラへの影響を軽減する施設整備への資金創出、関連する観光施設、NGO、NPO 団体への助成などを行う。地熱発電所をネットワークの中心に位置付け、環境啓発施設、特産品販売施設などを併設するなど、ゴリラ保護と両立した観光ツアーシステムとして構築する。周辺諸国のゴリラツアーとの差別化を行うことで、地域のみではなく国家の発展にも貢献できる仕組み作りが可能と考えられる。

#### 4-10-4 生態系サービスの保全・活用

近年、世界的に自然生態系の価値が経済的価値として再評価され、生態系は人間社会に有益な恵みを提供しており (Ecosystem Service)、人間生活の豊かさ (human well-being) を支えていることが再認識された。地球全体の生態系サービスの価値は1年間で平均 33 兆ドルの価値があると評価され、生態的価値に基づく、金銭的取引も開始されはじめている (Ecosystem Service Trade-Off)。ルワンダ国には貴重な生態系が国土の広い範囲に残されており、これらの生態系サービスを国家の財産としてとらえ、保全・活用していくとが、将来の国の発展にも繋がっていくものと考えられる。



[出所: ミレミアム生態系評価]

図 4-8.2 生態系サービス