

.ボタン各種調査

1. 調査の目的及び調査対象地域の概要

1.1 調査の目的

ブータンに適する土壌浄化法による汚水処理技術の確認を行う為、「土壌の分解能力調査」、「土壌浸透能力調査」を行い、また、ブータンにおける現状の把握を行う為、「河川の状況調査」、「既存下水処理場の現状調査」、「生活環境状況調査」を行うこととする。

1.2 調査対象地域

当事業における各調査の対象地域は以下のとおりとする。



1 - 図1 対象地域図

- ・土壌の分解能力調査...ティンブー県、パロ県、プナカ県
- ・土壌浸透能力調査...ティンブー県、パロ県
- ・河川の状況調査...ティンブー県
- ・既存下水処理場の現状調査...ティンブー県
- ・生活環境状況調査...ティンブー県、パロ県

1.3 調査対象地域の概要

- ・ティンブー県
ブータン西部、ヒマラヤ山脈の南東にある盆地の底に位置しており、標高は2,300m程度。ブータン最大の都市。人口 98,676人 面積 1,617km²
- ・パロ県
ブータン西部、パロ谷に位置しており、郊外にはブータンで唯一の国際空港であるパロ空港があり、外国人観光客にとってはブータンの玄関口となっている。
人口 36,433人 面積 1,693km²
- ・プナカ県
ブータン中部、1955年に首都がティンブーに移されるまでは、同国の首都であった。ティンブーと違って冬は暖かく、夏も暑い。標高は約1200m。
人口 17,715人 面積 845km² 人口は2005年度 DPP資料より

1.4 調査結果一覧

1 - 表 1 土壌の分解能力調査

場 所	現 状	位 置	掘出状況(深 10cm)	掘出状況(深 20cm)
ティンブー市 郊外 民家	畑地 谷地 土砂 標高 約 2560m	T01	かなり残り	やや残り
		T02	かなり残り	やや残り
		T03	かなり残り	やや残り
		T04	やや残り	かなり残り
		T05	やや残り	かなり残り
ティンブー市 ヤンチェンブ高校	畑地及び人工地盤 谷地及び平坦 土砂 標高 約 2500m	T06	ほとんど残り	-
		T07	ほとんど残り	-
		T08	ほとんど残り	ほとんど残り
		T09	-	-
		T10-1	ほとんど残り	ほとんど残り
		T10-2	変化なし	変化なし
		T10-3	変化なし	変化なし
ティンブー市 JICA 事務所	畑地及び人工地盤 谷地及び平坦 土砂 標高 約 2300m	T11	かなり残り	かなり残り
		T12	ほとんど残り	ほとんど残り
		T13	ほとんど残り	ほとんど残り
		T14	ほとんど残り	ほとんど残り
		T15	ほとんど残り	ほとんど残り
ティンブー市 モティタン高校	畑地及び人工地盤 谷地及び平坦 土砂 標高 約 2480m	T16	ほとんど残り	かなり残り
		T17	かなり残り	かなり残り
		T18	-	-
		T19	-	-
		T20	ほとんど残り	ほとんど残り
		K01	ほとんど残り	
		K02	ほとんど残り	
		K03	ほとんど残り	
パロ市 郊外 民家	人工地盤 平坦 土砂 標高 約 2300m	P01	ほとんど残り	ほとんど残り
		P02	ほとんど残り	ほとんど残り
		P03	ほとんど残り	ほとんど残り
		P04	ほとんど残り	ほとんど残り
		P05	かなり残り	ほとんど残り
パロ市 郊外 畑	畑地 谷地 土砂 標高 約 2330m	P06	ほとんど残り	ほとんど残り
		P07	ほとんど残り	ほとんど残り
		P08	かなり残り	ほとんど残り
		P09	ほとんど残り	ほとんど残り
		P10	ほとんど残り	ほとんど残り
ティンブー県 ドチュラ峠	畑地 谷地 土砂 標高 約 3040m	M01	ほとんど残り	ほとんど残り
		M02	ほとんど残り	ほとんど残り
		M03	ほとんど残り	ほとんど残り
		M04	ほとんど残り	ほとんど残り
		M05	-	-
プナカ県 ロベサ郊外 民家	人口地盤及び原野 谷地 土砂 標高 約 1460m	R01	かなり残り	かなり残り
		R02	ほとんど残り	ほとんど残り
		R03	かなり残り	-
		R04	やや残り	ほとんど残り
		R05	やや残り	ほとんど残り

T-1 はポテトチップス、T-2 ビニール、T-3 は H^+ - H^- 、T-4 はちくわ
 K01～04 は分解限界調査 深さ 30cm にちくわ 5 本をまとめて設置
 「-」は野犬等に掘り起こされていた為、状況確認不可

完了	完全に分解し、ネットのみが残っていた。
少し残り	ネットに付着物があるようだが、土との区別は不可能で、腐敗臭がする。
やや残り	わずかに残っているのが確認できる。
かなり残り	半分程度に小さくなっている。うじ等がついている。
ほとんど残り	形はくずれているが、容積や重量はわずかに変化しているだけ。

1 - 表2 土壌浸透能力調査

場 所	現 状	位 置	透水係数 (cm/sec)	判定
ティンブー市 郊外 民家	畑地 谷地 土砂 標高 約 2560m	No.1	1.09×10^{-2}	
		No.2	3.68×10^{-3}	
		No.3	3.38×10^{-3}	
ティンブー市 モティタン高校	畑地及び人工地盤 谷地及び平坦 土砂 標高 約 2480m	No.1	5.39×10^{-4}	
		No.2	4.05×10^{-3}	
		No.3	1.06×10^{-3}	
パロ市 郊外 民家	人工地盤 平坦 土砂 標高 約 2300m	No.1	4.00×10^{-3}	
		No.2	3.46×10^{-4}	×
		No.3	3.85×10^{-3}	
		No.4	3.94×10^{-3}	
ティンブー市 モティタン高校	畑地及び人工地盤 谷地及び平坦 土砂 標高 約 2480m	No.12	1.13×10^{-3}	
		No.13	浸透せず	×

判定基準：適正範囲 5×10^{-2} cm/sec ~ 4.5×10^{-4} cm/sec

1 - 表3 河川の状況調査...ティンブー県ティンブー川

場 所	位 置	PH	NH ₄	PO ₄	COD
Bridge near India House	No.1	7.83	0.2	0.2 以下	18
Chuba chhu	No.2	7.5	0.2	0.267	18
near Veg.market Ditch	No.3	7.5	10	4	20
Ola rongchhu	No.4	7.0	0.2	0.2 以下	4
Babesa	No.5	7.83	0.5	0.2	4
Sewage Treatment Plant	No.6	8.0	0.5	0.4	5

pH : 水素イオン濃度指数 (酸性、アルカリ性の判別)

NH₄ : アンモニウムイオン 正式表記 NH₄⁺ (水中の窒素の測定、NH₄⁺ N アンモニア態窒素)

PO₄ : リン酸イオン 正式表記 PO₄³⁻ (水中のリンの測定、PO₄³⁻ P リン酸態りん)

COD : 化学的酸素要求量 (Chemical Oxygen Demand)

2. 土壌の分解能力調査

2.1 土壌の分解能力調査概要

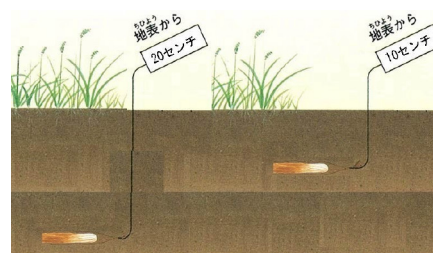
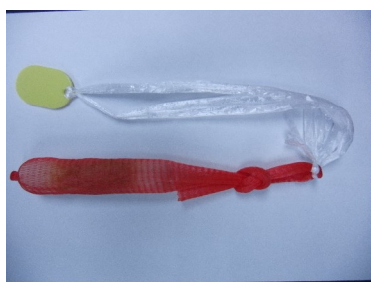
土壌浄化法は、土壌の持つ自然の力を利用した技術であり、土壌の分解能力や浄化能力は地域によって異なる。今回の調査は、2本のちくわを、深さ10cmと20cmの2ヶ所に埋設し、1ヶ月後に掘り出して、その地域での分解能力を調査するものとする。

2.2 調査方法

埋設用のちくわの重さを調べ、下の写真のようにネットに入れる。

黄色の札の付いた方を、深さ10cmに横に埋めて、赤色の札の付いた方を、深さ20cmに横に埋めて、目印になるように地面の上に出して下さい。

1ヶ月後に、ちくわを掘り出し形状を確認する。



掘出後の状況結果を以下のように分類し、土壌の分解能力を確認する。

完了	完全に分解し、ネットのみが残っていた。
少し残り	ネットに付着物があるようだが、土との区別は不可能で、腐敗臭がする。
やや残り	わずかに残っているのが確認できる。
かなり残り	半分程度に小さくなっている。うじ等がついている。
ほとんど残り	形はくずれているが、容積や重量はわずかに変化しているだけ。

2 - 表1 分解結果判断表

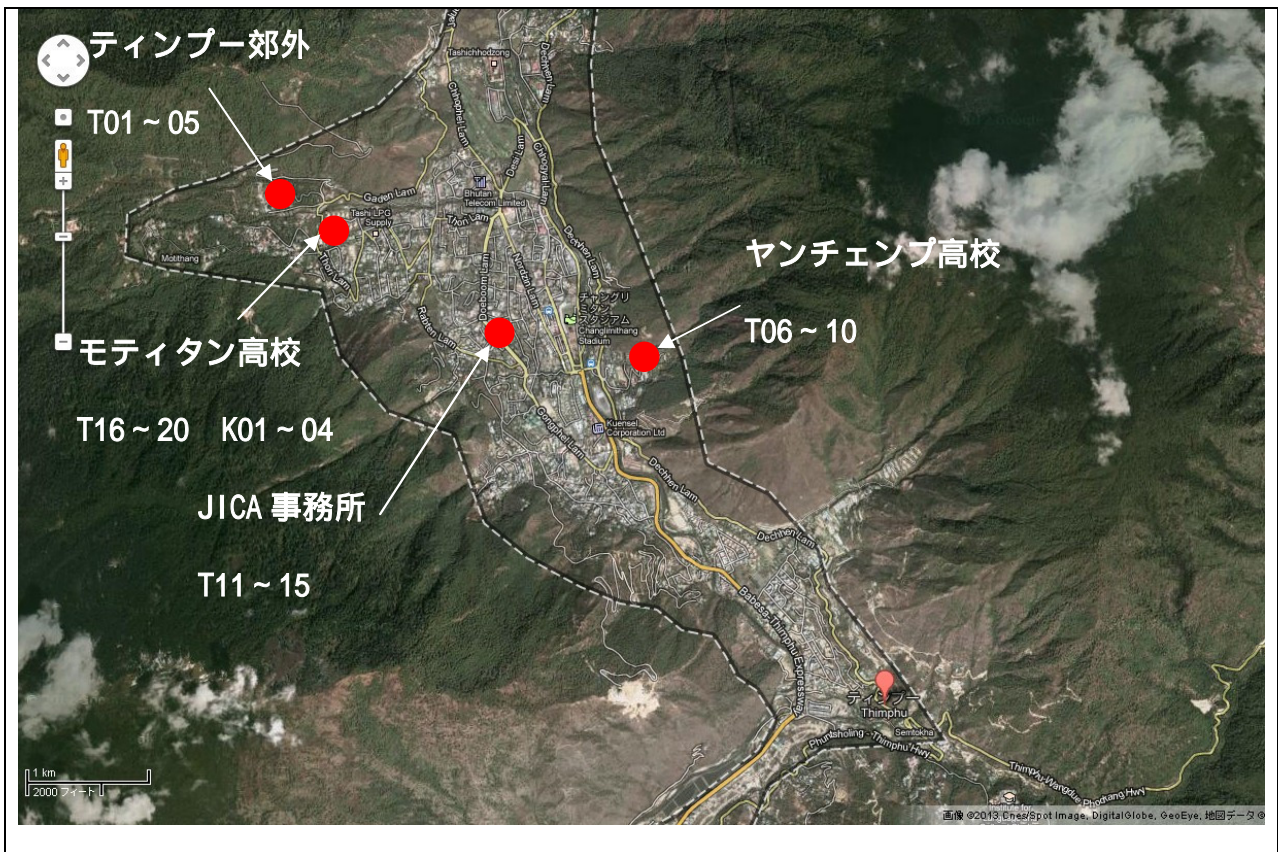
2.3 調査結果

全体的に「やや残り」から「ほとんど残り」の状態であり、あまり分解が進んでいないことが分かった。調査時期が冬場であり、土壌生物が活発に活動していない事が原因であると考えられる為、埋設した場所の日当たりや気温に左右される結果となった。そして、標高が1400～3000m程度の箇所で行ったが、標高差によつての土壌分解能力の違いは、観察することができなかった。

後述の日本での分解能力調査結果を見ると、処理施設の被覆土壌及び沖縄県での分解能力調査が良好な結果となっている。被覆土壌の下には下水が流入しており、エアレーションを行っている事も土壌の地温に対して影響を与えていると考えられる。また沖縄の結果は気温が十分に高いことから地温も高いことがいえる。このことから考察すると土壌生物の活性化にかかわるものが気温及び地温であり冬季間の分解能力は日本と同様にあまり期待できないことが分かる。

トレンチの運用として冬季間でも十分な分解能力が得られる地域であれば、休止用トレンチの設置割合を下げることができるが、ブータンにおいては日本と同様に休止用トレンチを必要延長の倍設置することとし、運用上では冬季間使用した系列のトレンチは春に切り替えて休止させることを基本とする。

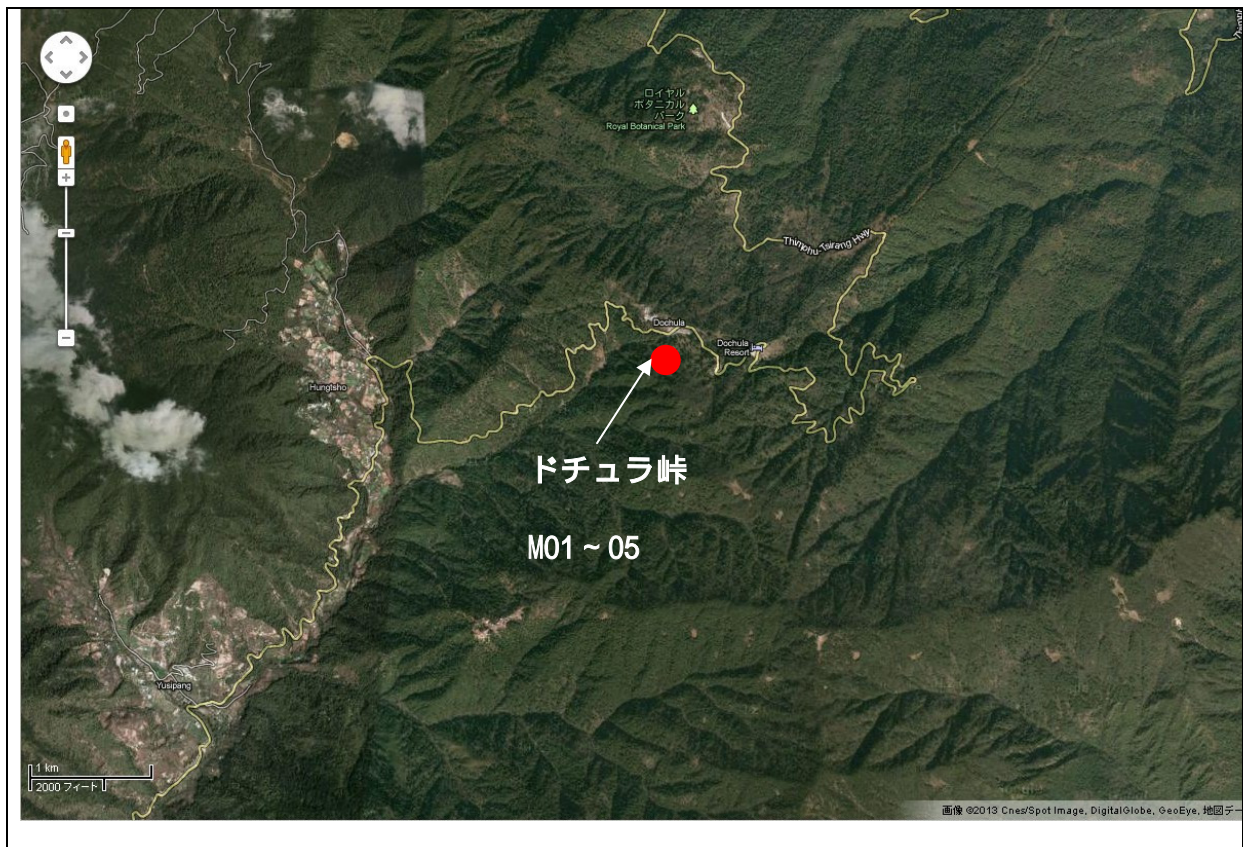
・土壌の分解能力調査位置 ティンブー県 ティンブー市



・土壌の分解能力調査位置 パロ県 パロ市



・ 土壌の分解能力調査位置 ドチュラ峠

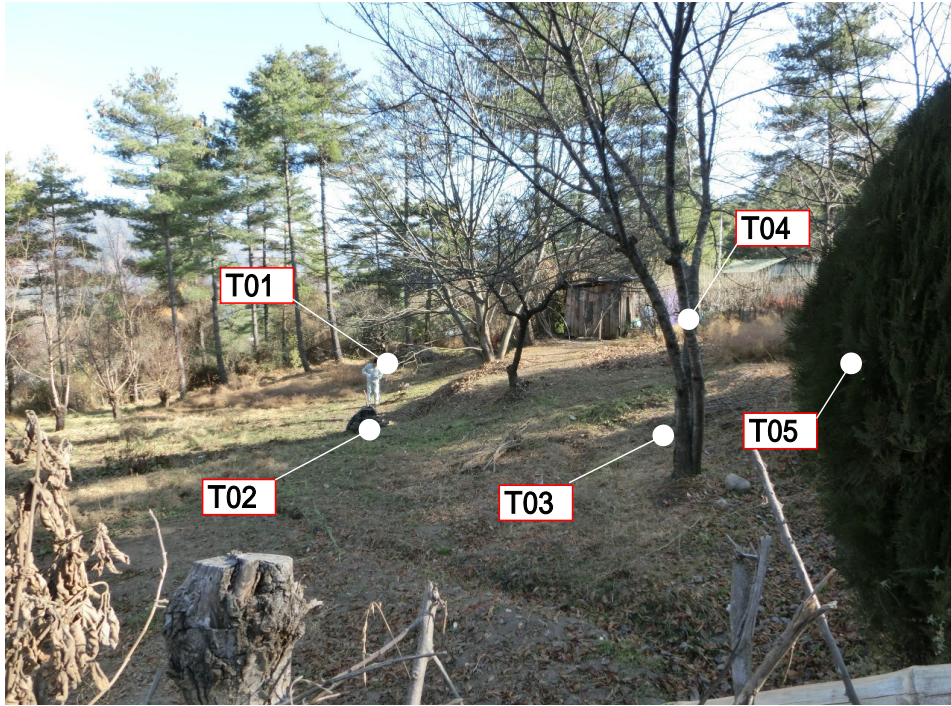


土壌の分解能力調査位置 プナカ県 ロベサ



・場所別調査結果

調査場所 ブータン ティンブー市 郊外 民家
 調査日時 埋設日 平成24年12月19日(水) 天候:晴れ
掘出日 平成25年 1月20日(日) 天候:晴れ



調査箇所

調査結果
 深さ10cm

調査地点	掘出状況
T01 地点	完了 ・ 少し残り ・ やや残り ・ <u>かなり残り</u> ・ ほとんど残り
T02 地点	完了 ・ 少し残り ・ やや残り ・ <u>かなり残り</u> ・ ほとんど残り
T03 地点	完了 ・ 少し残り ・ やや残り ・ <u>かなり残り</u> ・ ほとんど残り
T04 地点	完了 ・ 少し残り ・ <u>やや残り</u> ・ かなり残り ・ ほとんど残り
T05 地点	完了 ・ 少し残り ・ <u>やや残り</u> ・ かなり残り ・ ほとんど残り

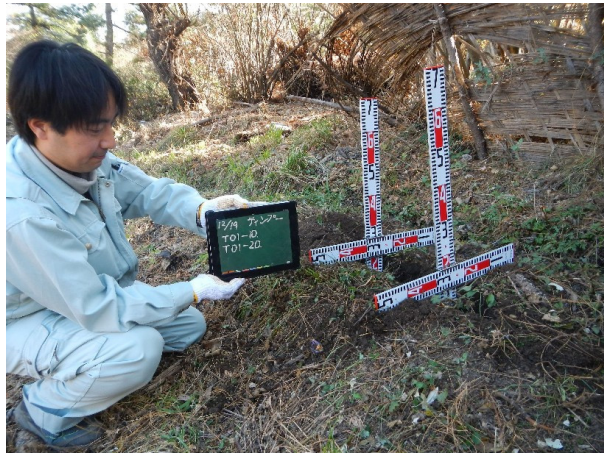
深さ20cm

調査地点	掘出状況
T01 地点	完了 ・ 少し残り ・ <u>やや残り</u> ・ かなり残り ・ ほとんど残り
T02 地点	完了 ・ 少し残り ・ <u>やや残り</u> ・ かなり残り ・ ほとんど残り
T03 地点	完了 ・ 少し残り ・ <u>やや残り</u> ・ かなり残り ・ ほとんど残り
T04 地点	完了 ・ 少し残り ・ やや残り ・ <u>かなり残り</u> ・ ほとんど残り
T05 地点	完了 ・ 少し残り ・ やや残り ・ <u>かなり残り</u> ・ ほとんど残り

考察、メモ

地目 畑地
 地形 谷地
 地質 土砂
 標高 約2560m

埋設場所：ティンブー郊外 整理番号：T01 独立トイレの裏側。松の木の下約1.5m付近。
埋設日：2012年12月19日 掘出日：2013年1月20日



・掘削状況



・設置状況



・埋戻状況



・掘出状況

日当たり状況：中
土壌の湿気：有

T04、05に比較して、日当たりが悪いため20cmの方が土壌の温度が高く、10cmよりも20cmの方が分解が進んでいると思われる。

埋設場所：ティンブー郊外 整理番号：T02 浸透試験 1地点と同じレベル。

埋設日：2012年12月19日 掘出日：2013年1月20日



・掘削状況



・設置状況



・埋戻状況



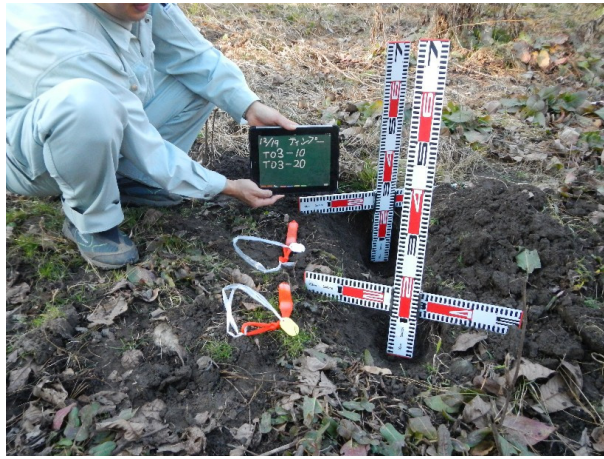
・掘出状況

日当たり状況：中
土壌の湿気：有

T04、05に比較して、日当たりが悪いため20cmの方が土壌の温度が高く、10cmよりも20cmの方が分解が進んでいると思われる。

埋設場所：ティンブー郊外 整理番号：T03 浸透試験 2地点と同じレベル。

埋設日：2012年12月19日 掘出日：2013年1月20日



・掘削状況



・設置状況



・埋戻状況



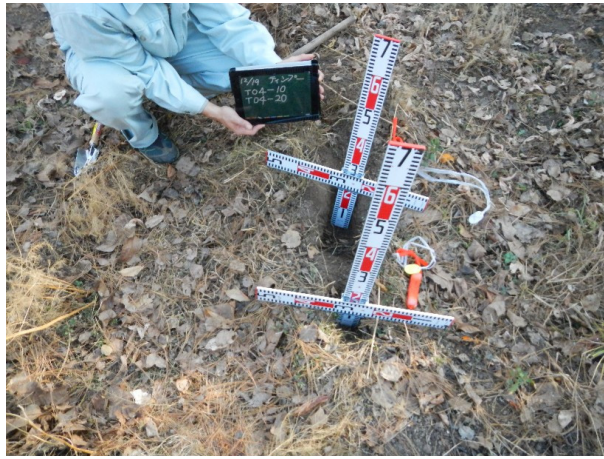
・掘出状況

日当たり状況：中
土壌の湿気：有

T04、05に比較して、日当たりが悪いため20cmの方が土壌の温度が高く、10cmよりも20cmの方が分解が進んでいると思われる。

埋設場所：ティンブー郊外 整理番号：T04 敷地進入路突き当たり付近。樹木の下側。

埋設日：2012年12月19日 掘出日：2013年1月20日



・掘削状況



・設置状況



・埋戻状況



・掘出状況

日当たり状況：良

土壤の湿気：少ない、乾燥している

日当たりが良いので、浅い位置が温度が高い為に、分解が20cmよりも10cmの方が進んでいると思われる。

埋設場所：ティンブー郊外 整理番号：T05 敷地入口に近い。門の近く。

埋設日：2012年12月19日 掘出日：2013年1月20日



・掘削状況



・設置状況



・埋戻状況



・掘出状況

日当たり状況：中
土壌の湿気：有

日当たりが良いので、浅い位置が温度が高い為に、分解が20cmよりも10cmの方が進んでいると思われる。