

ブナ林の立地環境調査（気象）

携帯電話回線を利用したテレメータ山岳気象定点観測

中嶋伸行 *1・山根正伸 *2・高田康雄 *3・豊長義治 *4

I はじめに

山岳気象は、山という複雑な地形によって引き起こされる上昇・下降流や、空気の遮蔽などの影響で、平地の気象に比べてはるかに複雑である（例えば、浅井ら、1986）。森林生態系や斜面崩壊などの山地災害は、この複雑な気象条件に起因しているため、山岳気象を観測することは、各種研究の基礎であり、その意義は大きいと考えられる。

しかし、山岳気象観測は、電源の確保、機器類の耐候性、運搬・設置などを含めたコストの高さ、観測地までのアクセスなどの問題があり、継続的な山岳気象観測例は少ない。丹沢山地では、昭和43年からの塔ノ岳での7、8月の夏山気象観測（日本気象協会）が最長である。通年観測は、大山（神奈川県、1994）、西丹沢・檜洞丸（戸塚ら、1997）、東丹沢・堂平（中嶋・越地、2001）などの例があるが、いずれも観測期間が短い。

山岳気象に対するニーズが高いにもかかわらず、継続的な山岳気象観測を妨げてきた最大の原因は、電源確保の難しさとデータ回収の労力であると思われる。電源に関しては、最近、低コストの太陽電池モジュールや、消費電力が小さく耐候性に優れた気象観測機器類が開発され（例えば、日本農業気象学会、2002）、この問題はかなり解決されてきている。このため、省力的なデータ回収方法が、継続的な山岳気象観測に残された大きな課題となっている。これまで、山岳地の定点気象観測は、通信手段が限られるため、データ回収は、現地で、観測者がデータロガーに

パソコンを接続したり、センサと記録装置が一体化された機器を、機器ごと交換するといった方法が主流であった。しかし、これらの方法は、早期に異常値の発見ができないことや、記録装置の容量を越えてしまったデータが記録されないことなどの問題点がある。したがって、観測データが転送できれば、これらの問題を解決できるとともに、即時性の高いデータは、山地防災などへの利用が可能になる。データの転送については、衛星携帯電話回線の利用が最も確実性が高いと考えられるが、このシステムは、設備費、通信費ともにコストが高い。この解決策の一つに、一般の携帯電話回線の利用があり、大幅なコストダウンが可能となつて、山岳気象観測の普及にも役立つと思われる。

そこで、丹沢山地の山岳気象の定点観測に、一般携帯電話回線を利用したシステムを導入したので、その機器構成、設置方法等について紹介する。また、実際に設置した気象観測システムの数ヶ月間の稼動状況から、一般携帯電話回線を利用したテレメータ山岳気象定点観測システムの、コストパフォーマンスおよび安定的な観測システムの条件を探ったので、ここに報告する。

II 材料と方法

1 定点観測地

新設した定点気象観測地は、檜洞丸山頂（北緯35°28′35″、東経139°6′20″、標高1,601m）と、丹



図1 気象観測装置の設置場所

*1 神奈川県県北地域県政総合センター森林課、*2 神奈川県自然環境保全センター、*3 コーナシステム(株)、*4 (株)イー・エス・ディ

沢山山頂（北緯 35° 28' 27"、東経 139° 9' 46"、標高 1,567 m）の 2 地点（図 -1）である。

2 観測の内容

気象観測の内容は、檜洞丸に設置した気象観測局（以下、檜洞丸局という）は、気温、相対湿度、雨量の 3 項目、丹沢山に設置した気象観測局（以下、丹沢山局という）は、気温、雨量の 2 項目である。

3 機器の構成と仕様

檜洞丸局、丹沢山局とも、基本的な機器構成は同じで、計測、記録、通信、電源の各部に大別できる。計測部は各観測項目に必要なセンサ、記録部はデータロガー、

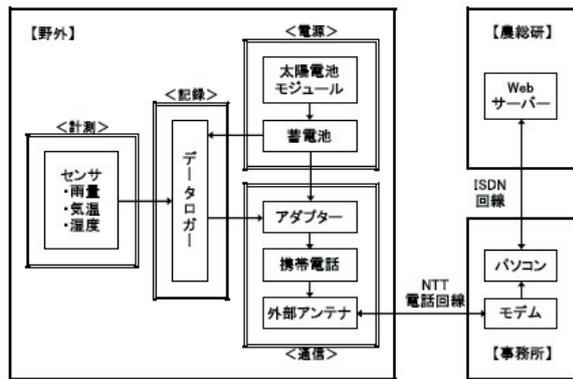


図 2. システム構成

通信部は携帯電話、アダプター、外部アンテナ、電源部は太陽電池モジュール（以下、ソーラーパネルという）と蓄電池が主な機器である。各局から送信されたデータは、モデムを使用して、事務所内のパソコンに取込む。さらに、現在、丹沢山局の観測結果は、当センター研究部の Web 管理を所管する、神奈川県農業総合研究所（平塚市上吉沢）に転送し、随時 Web 更新している。（図 -2）。

データ通信に利用した携帯電話は、株式会社エヌ・ティ・ティ・ドコモ（以下、DoCoMo という）の、周波数 800MHz 帯のデジタル携帯電話 (Personal Digital Cellularsystem ; 以下、PDC という) で、一般に、mova (以下、ムーバという) と呼ばれている。通信速度は、9600bps である。

各機器類の仕様は、表 -1 のとおりである。

4 観測の方法

(1) 檜洞丸局

観測は、毎正時に行った。データロガーに収録する値は、気温 (°C) および相対湿度 (%) は瞬間値、雨量 (mm) は積算値である。気温および相対湿度の日統計値は、日平均は 1 時から 24 時の毎正時の 24 回平均値、最高および最低は 1 時から 24 時の毎正時値中の最高値および最低値として算出した。

(2) 丹沢山局

観測は、気温 (°C) は 2 秒ごと、雨量 (mm) は毎 10 分ごとに行なった。データロガーに収録する値は、気温は毎 10

表 1. 気象観測機器類の仕様

局名	分類	名称	品番・形式	メーカー	数量	摘要
檜洞丸局	計測	転倒ます型雨量計	No.34-T	株式会社大田計器製作所	1	0.5mm/pls, 気象庁検定付
		静電容量式温湿度計	HMP45D	ヴァイサラ株式会社	1	気象庁検定付
	記録	データロガー	KADEC-HNJ	コーナシステム株式会社	1	
	電源	太陽電池モジュール	SX-40U	株式会社エム・エス・ケイ	1	40W, 単結晶シリコン
		蓄電池	HP38-12W	新神戸電機株式会社	1	鉛シール式, 12VDC, 38Ah
		チャージコントローラー	ソラリクス Alpha	株式会社エム・エス・ケイ	1	
	通信	携帯電話	D211i	三菱電機株式会社	1	mova, 800MHz帯PDC
		モバイルデータアダプタ	96F2	株式会社エヌ・ティ・ティ・ドコモ	1	
		外部アンテナ	mova用	株式会社エヌ・ティ・ティ・ドコモ	1	車載用簡易アンテナ
	丹沢山局	計測	転倒ます型雨量計	N-68	株式会社日本エレクトリック・インスルメント	1
温度センサ			TY7810 Pt100Ω	株式会社山武	1	
記録		計測コンピュータ	GreenKit80	株式会社イー・エス・ディ	1	
電源		太陽電池モジュール	GT136	昭和ソーラーエネルギー株式会社	3	55W, 単結晶シリコン
		蓄電池	GPL-24	LIFELINE社(米国)	2	鉛シール式, 12VDC, 80Ah
		チャージコントローラー	SS-10L-12V	MORNINGSTAR社(米国)	1	
通信		携帯電話	D504i	三菱電機株式会社	1	mova, 800MHz帯PDC
		車載アダプター	D003	株式会社エヌ・ティ・ティ・ドコモ	1	
		モバイルデータアダプタ	96F2	株式会社エヌ・ティ・ティ・ドコモ	1	
		外部アンテナ(交換前)	mova用	株式会社エヌ・ティ・ティ・ドコモ	1	車載用簡易アンテナ
受信局	通信	外部アンテナ(交換後)	ビームタイプ	株式会社Major Shop	1	
		ターミナルアダプター	TA-103	株式会社高見澤電機製作所	1	
	モデム	ME5614E	オムロン株式会社	1		
	解析	パーソナルコンピュータ	2300C	DELL社(米国)	1	メモリ128MB
		オペレーティングシステム	WindowsXP Professional	Microsoft社(米国)	1	
		コントロールソフト	KADEC-HNJ Control Soft Ver2.0	コーナシステム株式会社	1	檜洞丸局対応
コントロールソフト	DL-400	株式会社イー・エス・ディ	1	丹沢山局対応		

分ごとの観測値の平均値、雨量は積算値である。気温の日統計値は、日平均は1時から24時の全観測値の平均値、最高および最低は1時から24時の全観測値中の最高値および最低値として算出した。

Ⅲ 結果

1 装置の設置

(1) 檜洞丸局

通信に関する事前調査を2002年4月23日に行なった。

この調査では、PDCの使用可能な場所は1箇所のみで、ここを気象観測装置の設置場所とした。設置は、2002年6月22日から23日にかけて行った。工具等を含めた資材の総重量は約130kgで(表-2)、当センター(厚木市七沢)から登山道入口(東沢林道終点付近)までライトバンにて輸送し、山頂までは5人で人肩運搬した。登山道入口から山頂までは、直線距離約1.4km、標高差約650mで、人肩運搬には約3時間を要した。

機器の設置は、技術者3人で行った。まず、設置固定板、アンカー、ワイヤーで支柱を固定し、これにソーラーパネ

表2. 檜洞丸局設置のために運搬した資材および重量

区分	名称	数量	単位重量 (kg)	重量 (kg)	摘要	
観測機器類	計測部	雨量計	1	3.0	3.0	自然通風式シェルタを含む
		雨量計用台座	1	7.0	7.0	
		温湿度センサ	1	1.0	1.0	
	記録部	データロガー	1	2.0	2.0	携帯電話、アダプター等を含む
		通信ユニット	1	3.0	3.0	
	通信部	外部アンテナ	1	1.0	1.0	ケーブル等を含む
		太陽電池モジュール	1	7.0	7.0	取付器具等を含む
	電源部	チャージコントローラ	1	1.0	1.0	取付金具等を含む
		蓄電池	1	15.0	15.0	
	装置関連設備	支持・固定	支柱	2	7.0	14.0
接地固定板			2	10.0	20.0	
アンカー類(一式)			1	9.0	9.0	
収納		ワイヤー類(一式)	1	3.0	3.0	
		メイン装置収納箱	1	22.0	22.0	
蓄電池収納箱		1	5.0	5.0		
配線		CD管	1	7.0	7.0	配線保護用
その他	工具等(一式)	1	10.0	10.0		
計				130.0		

※ 重量には、梱包用資材を含む。

表3. 丹沢山局設置のために空輸した資材および重量

区分	名称	数量	単位重量 (kg)	重量 (kg)	摘要	
観測機器類	計測部	雨量計	1	5.0	5.0	自然通風式シェルタを含む
		雨量計用台座	1	7.0	7.0	
		温湿度センサ	1	3.0	3.0	
	記録部	計測制御コンピュータ	1	3.0	3.0	ケーブル等を含む
		通信ユニット	1	3.0	3.0	携帯電話、アダプター等を含む
	通信部	外部アンテナ	1	1.0	1.0	ケーブル等を含む
		太陽電池モジュール	3	6.0	18.0	
	電源部	チャージコントローラ	1	3.0	3.0	取付金具等を含む
		蓄電池	2	24.0	48.0	
	装置関連設備	支持・固定	単管パイプ(一式)	1	95.0	95.0
コンクリートブロック			4	7.0	28.0	小型物置据付用
ワイヤー類(一式)			1	5.0	5.0	
収納		小型物置	1	34.0	34.0	観測機器類収納用
その他	工事関連	大型工具(一式)	1	20.0	20.0	スコップ、ハンマー等
		小型工具(一式)	1	5.0	5.0	ペンチ、ドライバー等
		消耗品類(一式)	1	10.0	10.0	塗料、パテ、絶縁テープ等
		その他	1	10.0	10.0	シート、工事用ロープ等
		(小計)			(298.0)	
その他	宿泊関連	宿泊用雑品一式	1	50.0	50.0	食料、簡易暖房器具等
計				348.0		

※ 重量には、梱包用資材を含む。

ル、センサ、収納箱等を取り付けた。この作業に約2時間を要した。次に、電気配線と、動作・通信確認を行なって、設置作業を完了した。この作業に約3時間を要した。総作業時間は、約5時間であった。

(2) 丹沢山局

通信に関する事前調査を2002年9月18日に行なった。この調査で、山頂の西側と北側のそれぞれ数箇所までPDCが使用できることを確認し、このうち、音声通話が最も良好な山頂西側の1箇所を気象観測装置の設置場所とした。設置は、2002年10月15日から16日にかけて行なった。資材は、当センターから最寄のヘリポート(津久井町青根)までトラックにて輸送し、事前に、ヘリコプターで丹沢山山頂まで空輸した。空輸した資材の総重量は約350kgで、このうち、工事関連のものは約300kgであった(表-3)。

機器の設置は、技術者5人で行なった。まず、単管パイプ、記録装置等の収納箱の組立てを行なった。この作業に約2時間を要した。次に、ソーラーパネルの設置、電気配線、アース埋設等を行った。この作業に約2時間を要した。最後に、動作・通信確認を約1時間ほど行い、設置作業を完了した。総作業時間は、約5時間であった。

2 経費

檜洞丸局、丹沢山局とも、事務所にある東日本電信電話株式会社(以下、NTTという)の一般電話の発信に应答するシステムで、現地のPDCは受信専用である。このため、データ通信に対する課金は、PDCへではなく、NTT一般電話に対して行なわれる(表-4)。

以下に記述した価格は、機器の設置に関する費用は設

表4. NTT一般電話から発信した場合の受信機別通話時間(平日)

通話時間帯	(10円でかけられる秒数)	
	PDC	衛星携帯電話
昼間(8:00-19:00)	23	10
夜間(19:00-23:00)	23	17
深夜・早朝(23:00-8:00)	30	25

※ 発信および受信が同一営業区域内の場合。

表5. 檜洞丸局のデータ転送に係る受信機別通信料金(平日)

区分	(単位:円)		
	PDC	衛星携帯電話	摘要
1回	130	300	
1ヶ月	520	1,200	4週間
基本料金	3,500	4,900	毎月
1ヶ月の合計	4,020	6,100	

※ PDCはプランB、衛星携帯電話はプランEを適用。

※ データ回収頻度は、1週間に1回。

※ データ回収の1回の所要時間は5分間。

※ 昼間帯(8:00-19:00)にデータ回収を行なう。

表6. 丹沢山局のデータ転送に係る受信機別通信料金(平日)

区分	(単位:円)		
	PDC	衛星携帯電話	摘要
1回	20	30	9時、12時、15時、18時
夜間帯	20	20	21時
深夜・早朝帯	10	20	0時、3時、6時
1日	130	200	
1ヶ月	3,900	6,000	30日
基本料金	3,500	4,900	毎月
1ヶ月の合計	7,400	10,900	

※ PDCはプランB、衛星携帯電話はプランEを適用。

※ データ回収は、毎日、0時、3時、6時、9時、12時、15時、18時、21時の8回行なう。

※ データ回収の1回の所要時間は30分間。

置時、通信に関する費用は2003年1月末現在のものである。なお、NTT通話料金は、平日料金で算出したものである。

(1) 檜洞丸局

設置に要した費用は、総額約256万円で、資材費、設置費、運搬費に分類すると、それぞれ、約208万円、約42万円、約7万円であった。資材費のうち、データ通信用設備(PDC、外部アンテナ、アダプタ等)に要した経費は約4万円であった(金額はいずれも税込)。

現在、1週間に1回程度の頻度でデータ回収を行なっている。毎月のデータ通信に要する費用は4,020円で、衛星携帯電話を利用した場合の66%と試算された(表-5)。

(2) 丹沢山局

設置に要した費用は、総額262万円で、資材費、設置費、運搬費に分類すると、それぞれ、約169万円、約77万円、約16万円であった。資材費のうち、データ通信用設備費は、約7万円であった(金額はいずれも税込)。ヘリコプターを利用した割に運搬費が低いのは、近隣での作業に同調でき、ヘリコプターの回送費を要しなかったためである。

現在、3時間間隔で毎日8回のデータ回収を行なっている。毎月のデータ通信に要する費用は7,400円で、衛星携帯電話を利用した場合の68%と試算された(表-6)。

(3) 受信装置

データ受信装置(当センター内)は、パソコンとモデムが主な機器で、LANケーブル等の諸雑費を含めて、総額約13万円であった。受信用設備は特別な仕様のもではなく、使用可能な機器類があれば、新規に容易する必要はない。

3 稼動状況

(1) 檜洞丸局

2002年6月23日14時から観測を開始した。2003年1月末現在まで、通信状態は良好で、雨天時においても通信途中でトラブルの発生はなかった。また、異常と思われる値も記録されていなかった。しかし、2002年12月の、7日19時から8日12時まで(連続18時間)、8日19時から12日11時まで(連続89時間)、22日18時から23日11時まで(連続18時間)の3期間、延べ125時間で、データが欠落した。

データ欠落が発生した2002年12月の県内の気象状況は、上旬は雨や曇りの日が多かった。丹沢山地の東側、県の中央部に位置する海老名地域気象観測所においては、12月上旬の日照時間は19.1時間(平年値の36%)で、下旬も、前半は低気圧の影響で曇りや雨の日が多かった(気象庁、2003)。丹沢山地の西、山梨県の、河口湖測候所、山中地域気象観測所、大月地域気象観測所でも、同様の傾向がみられた(図-3)。また、12月9日には横浜で、12月としては11年ぶりに初雪があり、3cmの積雪が観測された。

(2) 丹沢山局

2002年10月16日13時10分から観測を開始した。

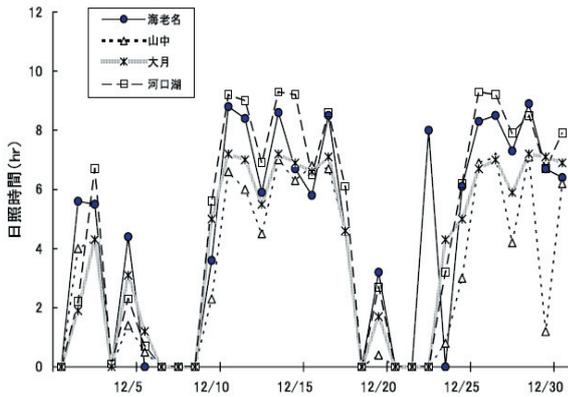


図3. 丹沢山地周辺の気象観測施設における2002年12月の日照時間

2003年1月末現在、気象の観測には問題がなく、データの欠落、異常と思われる値も記録されなかった。データ通信は、気象観測装置の設置からしばらくは順調であったが、2002年11月下旬頃から、3時間間隔の自動アクセスのうち、1日に2、3回、データ回収ができない日が出始めた。さらに、11月末頃より、終日、通信不能となる日があり、とくに、昼間および晴天時に通信状態が悪くなった。しかし、データロガーは3日分のデータを記録できるだけの容量があり、通信不能期間は長くても1日に過ぎなかったため、データ欠落は発生しなかった。

一般携帯電話回線の通信では、中継基地局の位置が重要で、DoCoMoへの聞き取り調査から、丹沢山局と交信可能な携帯電話基地局は、宮ヶ瀬ダム周辺の(以下、宮ヶ瀬基地局という)と、三保ダムの周辺(以下、丹沢湖基地局という)にあることがわかった。丹沢山局は、山頂平坦部の最も西側で、宮ヶ瀬基地局、丹沢湖基地局は、それぞれ、丹沢山の北東約11km、南西約13kmに位置する。これらの情報から、丹沢山局の中継基地局は、距離的にはやや遠いが、丹沢湖基地局であると判断した。通信不良状態を解消するため、試験的に、2002年12月26日、外部アンテナを指向性*1の強いビームアンテナに交換し、中継基地局を丹沢湖基地局に限定する対策を講じた。この結果、通信状態は改善され、2003年1月末現在までの約1ヶ月間、通信上のトラブルはほとんど発生しなかった。

IV 考察

1 コストと効果

気象観測装置のテレメータ化により、気象観測に費やす作業時間が大幅に削減された。従来は、1観測地点ごとに約1ヶ月に1回の頻度で、現地でのデータ回収および室内での作業(データ転送、変換作業等)に、それぞれ約1日が必要であった。今回のシステムでは、データ回収のために現地へ赴く必要がなくなると同時に、転送されたデータは、プログラム化された処理で自動的に変換作業まで行なわれる。このため、1回の観測ごとに約2日を要した作業が不要となった。また、丹沢山局の観測データは、インターネット公開により、迅速な情報提供が可能となった。

テレメータ化の効果は、とくに作業効率の向上が大きく、

削減分を人件費換算すると、テレメータ化に係る初年度費用にほぼ匹敵する。また、即時性の高いデータの取得による利用可能性の増大等を考慮すると、コストパフォーマンスは非常に大きいと考えられる。

2 一般携帯電話と衛星携帯電話との費用の比較

電話機の本体価格は、現在、一般的に利用されている衛星携帯電話は、20～30万円程度と高額であるが、檜洞丸局と丹沢山局に設置したPDCは、1～2万円のものである。今回の事例では、衛星携帯電話回線を使用した場合に比べて、通信費を30%以上コストダウンできると試算された。しかし、これは、一般電話から発信するシステムにおける比較である。現地から発信するシステムを採用すると、一般電話からの発信に比べ、PDCは1.3倍、衛星携帯電話は3.1倍の通話料金(昼間帯)がかかり、PDCと衛星携帯電話の通信コストの差は、さらに広がると考えられる。

したがって、利用時間、通信時間帯等によっても異なるが、一般携帯電話回線を利用した場合、衛星携帯電話回線に比べて、かなり低コストでデータ通信ができると考えられる。

3 検討課題

檜洞丸局は、冬期観測の電源確保、丹沢山は、安定的なデータ通信を中心に考察する。

(1) 檜洞丸局

データ欠落は、データロガーのトラブルによる未収録、機器類の電気的なトラブルなど、いくつかの原因が考えられるが、気象状況、データ収録の停止および再開された時間帯の一致から、電力供給が途絶えたシステムダウンが直接の原因で、データ欠落の長期化は、積雪によってソーラーパネルが遮蔽されたためと考えられる。

檜洞丸局のすべての電力は、太陽光発電によって供給されている。計算上は、1日2時間の有効日照で、発電量が1日のシステム消費電力を上回り、蓄電容量が最大であれば、無日照日が9日間続いても、システムは稼動する。しかし、今回、計算値よりも短い無日照時間で、システムダウンしたと考えられる。檜洞丸局の設置には、資材運搬に制約があり、システムを最小化するため、設計時に見込む安全率にゆとりがなかった。このため、12月の低温で、機器類の消費電力、蓄電池の性能等が標準仕様値と異なり、計算上の無日照保証期間を下回った可能性がある。したがって、現行システム下では、以下のような冬期の改善が必要と思われる。

まず、ソーラーパネルの、設置角度と方向である。ソーラーパネルを固定設置する場合、一般的には、30度前後の設置角度が理想といわれており、檜洞丸局のソーラーパネルも、取り付け器具との関係から27度に設置した。しかし、太陽の南中高度は、季節によって異なる。丹沢山地では、ソーラーパネルを58.4度に設置すると、冬至の、ソーラーパネルに当たる単位面積あたりの太陽エネルギー(以下、Pという)が最大となる。データ欠落時期は、一年で最も太陽高度が低く、ソーラーパネルの設置角が27度の場合、58.4度に設置した時に比べ、Pが約12～14%低下する。ソーラーパネルを急傾斜に設置することで、ソーラーパネルが積雪によって遮蔽される可能性もほとんどなくなると考

えられ、占有面積が小さくなるという副次的な効果も期待できる。

檜洞丸局のソーラーパネルの設置方向は西南西で、真南に設置した場合に比べ、Pが10%程度低下すると考えられる。西南西への設置は、夏期の周辺樹木の茂りによる影響を避けるためであるが、周辺樹木は落葉性広葉樹のため、冬期に落葉するので、冬期の発電量獲得の観点では、真南に設置したほうがよい。

2つ目は、蓄電池の防寒対策である。檜洞丸局の蓄電池は、支柱に取り付けたスチール製の箱(地上高約50cm)の中に収納しており、収納箱の開閉部はボルトで固定するため、機密性は高い。檜洞丸局では、2003年1月末現在までに記録された最低気温(欠測期間を除く)は、 -15.3°C (2003年1月29日)である。データ欠落が生じた頃の最低気温は、 $-4\sim-5^{\circ}\text{C}$ 以上で、データ欠落の直接の原因を低温に求めることはできない。しかし、檜洞丸局で使用している蓄電池の、充電に関しての推奨使用温度範囲は $0\sim40^{\circ}\text{C}$ (放電、保存の適用温度範囲は、 $-15\sim50^{\circ}\text{C}$)で、低温および高温下では、発電量がそのまま蓄電されない可能性がある。このため、収納箱内に断熱材を入れるなど、蓄電池の雰囲気温度(Ambient Temperature)を一定範囲内に抑える対策が有効かもしれない。

(2) 丹沢山

ムーバに利用されている極超短波*2(以下、UHFという)のような短い波長の電波は、光に似た性質をもち、減衰が大きく、電波を出している基地局から離れるほど、電波は弱くなる(例えば、谷腰, 1998)。一般的には、携帯電話の通話距離は数km以下とされ、ムーバのサービスエリア図では、丹沢山地はほとんどがサービスエリア外である。このため、丹沢山局で受信している電波は微弱であると推察される。

11月下旬からの通信不良の原因は、交信基地局の限定によって改善されたことから、複数の基地局の電波を同時に受信した電波の干渉による可能性が高い。携帯電話の通信では、基地局のエリアごとに電波の周波数が異なるため、これらが干渉し合うと、電波が届いても通信ができないという現象が生じる。交換前のアンテナは車載用の空間ダイバーシティ*3型のもので、フェージング*4防止効果は高いが(例えば、清水, 2002)、全方向の電波を受信するため、電波の干渉に対する防止効果は少ないと考えられる。

以上から、一般携帯電話回線を利用したテレメータ山岳気象定点観測の、安定的な交信に必要な条件を整理する。

1つ目は、電波の干渉に対する対策である。電波の干渉を防止するには、中継基地局を特定して、その局と限定的な交信を行なう必要がある。とくに山頂のような見通しのよいところでは、遠くの基地局からの電波が受信できるが、これは、周波数の異なった電波を同時に受信してしまう可能性が高いことも意味する。因みに、檜洞丸山頂付近では、事前調査時、極めて狭い範囲内の1地点しか通信可能な場所がなかった。これは、結果的に、特定方向の基地局の電波しか受信できず、電波の干渉という点においては、好都合であったと考えられる。

2つ目は、微弱な電波に対する対策である。今回の通信状態の改善は、基地局を限定したことによる効果以上に、

微弱な電波を確実に受信できるようになった結果であるとも考えられる。無指向性のアンテナに比べ、指向性の強いものは、それだけ、特定方向に電波を集中させることになり、利得(Gain)が増大する。交換前のアンテナの利得が公開されていないため、比較はできないが、交換後のアンテナは極めて指向性が鋭く、特定方向の利得が増大したと考えられる。したがって、指向性の強いアンテナの導入は、基地局が特定できれば、電波の干渉と、微弱な電波の受信に対する2つの対策を同時に解決する、有効な手段であると考えられる。

3つ目は、通信テストの回数と時期である。定点観測では、観測地を移動させることは困難で、入念な事前調査を行なう必要がある。UHFは、電離層では反射されずに突き抜けてしまうため、対流圏の下層部と地表面の間の、低い空間を伝播する。このため、気象条件に伴う大気屈折率分布や、地表面の凸凹、建造物、樹木などの障害物の影響を大きく受ける(例えば、清水, 2002)。したがって、通信テストは、気象や周辺環境が異なる条件下において、複数回実施する必要があると考えられる。今回の事前調査は9月中旬に行なったが、通信不良が発生した11月下旬には、冬型の気圧配置に変わり、高標高地では落葉も始まっている。これらの変化が、UHFの伝播状態に変化をもたらしたことは、十分に考えられる。

V おわりに

丹沢山地では、檜洞丸、丹沢山以外にも、一般携帯電話が使用できる山が多く知られており、テレメータ山岳気象定点観測の候補地は多い。これは、山地と街が接近していること、携帯電話利用者数も多く、サービスに関する基盤整備が進んでいるといった、神奈川県に拠るところが大きいと考えられる。しかし、今後、各地においても、基地局の増設など、携帯電話関連の基盤整備は急速に進むと考えられ、テレメータ山岳気象定点観測の可能性も高まると考えられる。

テレメータ化によって、気象観測に費やされる作業時間が大幅に削減されたが、これは、気象観測地に行く必要がなくなることを意味するものではない。観測機器類のメンテナンスは不可欠であり、メンテナンスに関するコストは、十分に確保する必要がある。気象の観測に関しては、専門的な知識をあまり必要としない、例えば、夾雑物の除去といった作業も多い。これは単純な作業であるが、極めて重要な作業である。限られた人員で一定の観測局を維持し、効率的に気象観測を進めるには、分業的な体制を構築していく必要もあるだろう。

気象観測装置の設置から、檜洞丸局は約7ヶ月、丹沢山局は約3ヶ月が経過した。檜洞丸局では冬期の短期間のデータ欠落、丹沢山局では通信トラブルがみられたが、両局とも予想以上の好結果が得られた。気象の観測、とくに定点での観測は、継続性が重要で、観測が軌道に乗った後は、観測の長期化に向けた課題を検討していきたい。また、丹沢山地には、ダム管理用のテレメータ雨量観測局など、相当数の気象関連観測施設がある。今後、これらの観測機関との連携を強め、気象観測ネットワークを構築していきたい。

なお、現在、丹沢山局の気象観測結果は、当センター研究部のホームページ (<http://www.agri.pref.kanagawa.jp/sinrinken/index.asp>) で公開している。データベース機能を付加し、過去の観測結果も検索できるようにしたので、活用いただきたい。

謝辞

今回の気象観測装置の設置にあたっては、各方面の方々のご協力をいただきました。東京農工大学大気環境学青木正敏教授、堀江勝年文部技官には、檜洞丸局の観測場所の選定、システム構成等についてご指導をいただきました。浜松測候所八木晃所長には、気象観測全般にわたり、貴重なご助言をいただきました。日本大学探検部奥俊君、小野村岳志君、羽川大輔君、新井啓泰君には、険しい登山道を、重い資材の運搬をしていただきました。勝又真美さんには、資料の整理をしていただきました。檜洞丸青ヶ岳山荘、丹沢山みやま山荘の関係者の皆様には、資材管理や宿泊に便宜を図っていただきました。ここに記して、感謝の意を表します。



写真1 運搬資材(檜洞丸)



写真2 気象観測装置設置状況(檜洞丸)



写真3 テレメータ気象観測装置(檜洞丸)



写真4 運搬資材(丹沢山)



写真5 気象観測装置設置状況(丹沢山)



写真6 テレメータ気象観測装置(丹沢山)

引用文献

- 浅井富男・内田英治・河村武(1986) 気象の事典. 528pp. 平凡社, 東京.
- 神奈川県(1994) 酸性雨に係る調査研究報告書. 286pp
- 中嶋伸行・越地正(2001) 東丹沢・堂平における7年間の気温統計. 神奈川県自然環境保全センター研究報告 28. 68-70
- 日本農業気象学会(2002) 気象・生物・環境計測器ガイドブック. 222pp
- 清水保定(2002) 写真で学ぶアンテナ. 232pp. 財団法人電気通信振興会. 東京
- 谷腰欣司(1998) 電波のしくみ. 205pp. 日本実業出版社, 東京.
- 戸塚績・青木正敏・伊豆田猛・堀江勝年・志磨克(1997) 丹沢大山自然環境総合調査報告書, 89-92

【脚注】

- *1 方向によって電波の集中度が異なる特性。
- *2 Ultra High Frequency; 300MHzを越え、3,000MHz以下の電波。
- *3 Diversity; 受信の検波出力が大きい方に切替える方法。
- *4 Fading; 受信強度が比較的短時間に変動する現象。