

チーム千葉大学

これまでの調査結果の
簡単なとりまとめ

— 空間線量率等計測編 —

近藤昭彦@千葉大学
2012年11月8日版

空間線量率、放射能の測定方法

① 空間線量率 ($\mu\text{Sv/h}$)



チェコ製の γ 線スペクトロメーター RT-30 (左) と国産の GPS 連動型空間線量率自動記録システム HSF-1 (右) を使用。

- GPS と連動し、移動しながら空間線量率と緯度経度を自動記録できる (RT-30 は 30 秒ごと、HSF-1 は 1 秒ごと)。
- RT-30 は簡易核種識別機能を持つ。

② 表面汚染密度 (Bq/cm^2)



富士電機製 NHJ-2 を使用。

- β 線を計測し (α 線、 γ 線も可能)、表面直近の汚染を計測できる。

【メモ】簡易換算式

$\text{Bq}/\text{kg} \Rightarrow \text{Bq}/\text{m}^2$ 60 を掛ける (表土 5cm の場合)

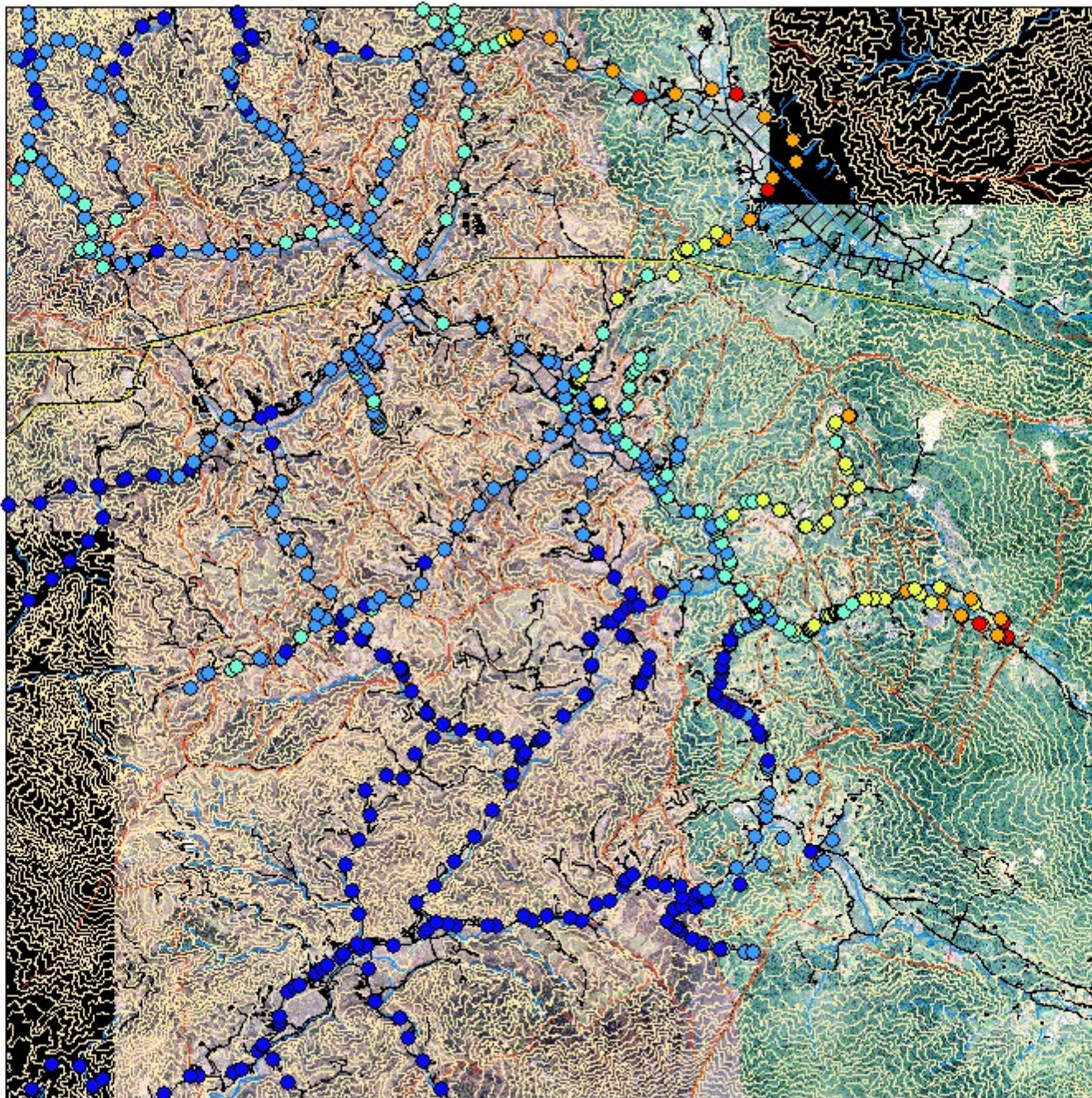
川俣町山木屋地区
走行サーベイ
2011年8月実施

凡例

- 送電線(山木屋)
- 里山流域(ライン)
- 等高線(山木屋)
- 道路(山木屋)
- 河川(山木屋)
- 市町村界(山木屋)
- 大字界(山木屋)
- 建物(山木屋)



0 0.075 0.15 0.225 0.30 0.375 0.45 0.525 0.60 0.675 0.75 0.825 0.90 0.975 1.05 1.125 1.20 1.275 1.35 1.425 1.50 1.575 1.65 1.725 1.80 1.875 1.95 2.025 2.10 2.175 2.25 2.325 2.40 2.475 2.55 2.625 2.70 2.775 2.85 2.925 3.00 3.075 3.15 3.225 3.30 3.375 3.45 3.525 3.60 3.675 3.75 3.825 3.90 3.975 4.05 4.125 4.20 4.275 4.35 4.425 4.50 4.575 4.65 4.725 4.80 4.875 4.95 5.025 5.10 5.175 5.25 5.325 5.40 5.475 5.55 5.625 5.70 5.775 5.85 5.925 6.00 6.075 6.15 6.225 6.30 6.375 6.45 6.525 6.60 6.675 6.75 6.825 6.90 6.975 7.05 7.125 7.20 7.275 7.35 7.425 7.50 7.575 7.65 7.725 7.80 7.875 7.95 8.025 8.10 8.175 8.25 8.325 8.40 8.475 8.55 8.625 8.70 8.775 8.85 8.925 9.00 9.075 9.15 9.225 9.30 9.375 9.45 9.525 9.60 9.675 9.75 9.825 9.90 9.975 10.00



空間線量率
($\mu\text{Sv/h}$)

DoseRate

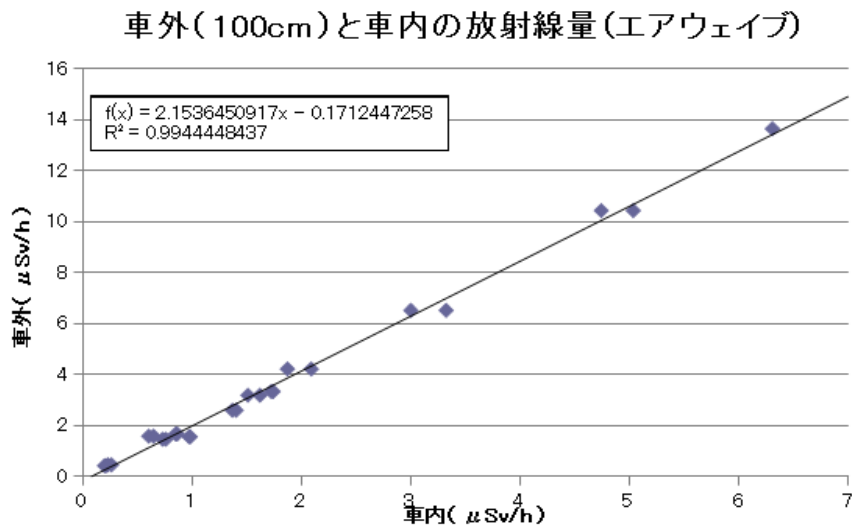
- 0.0 - 1.0
- 1.0 - 1.5
- 1.5 - 2.0
- 2.0 - 2.5
- 2.5 - 3.0
- 3.0 -

走行サーベイ

GPS と連動させた空間線量率計を車に搭載し、走行しながら空間線量率と緯度経度を自動記録する。

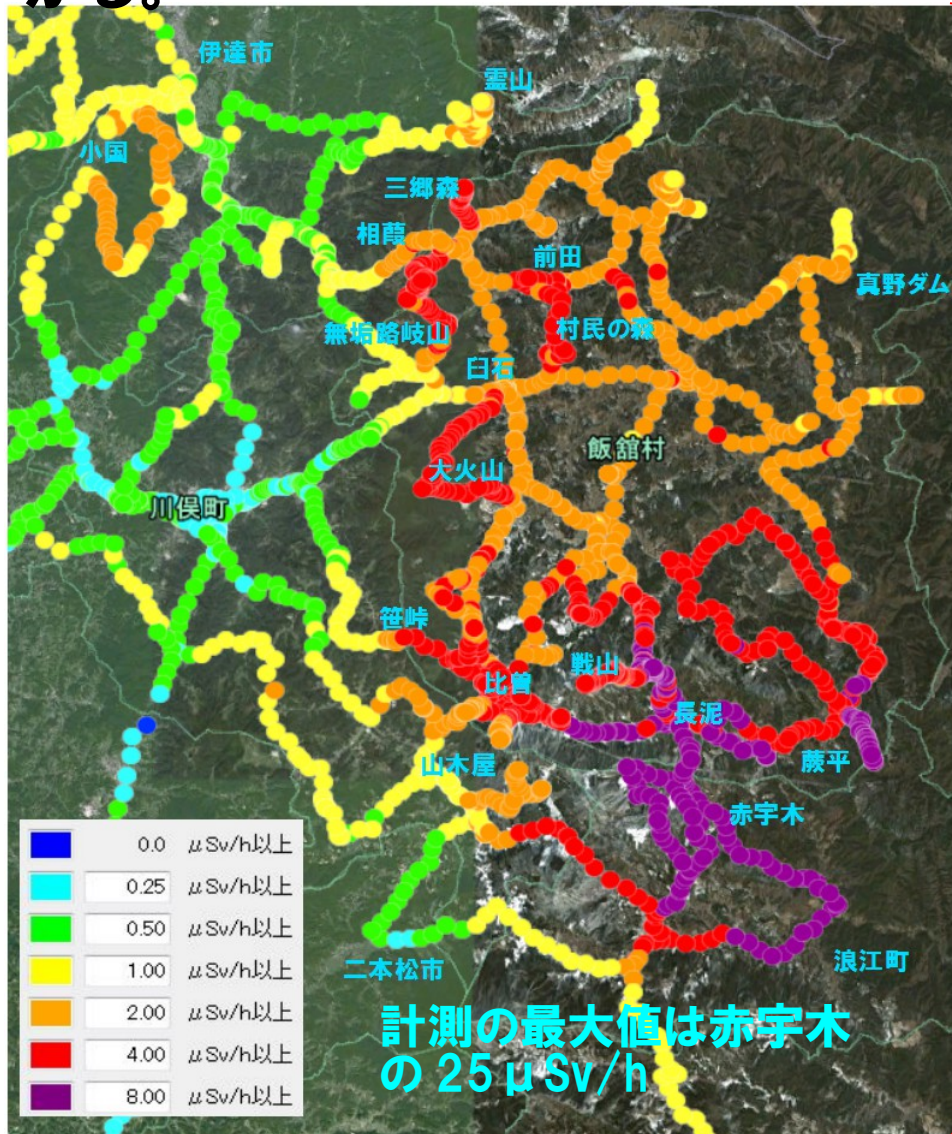
- 車内の設置位置における空間線量率を同じ場所の車外の地上1mの空間線量率に変換する一次式を求めておく。
- 後は走行するだけで空間線量率を測定することができる。

2011年8月に初回を実施したので、2回目を近日中に実施したい。



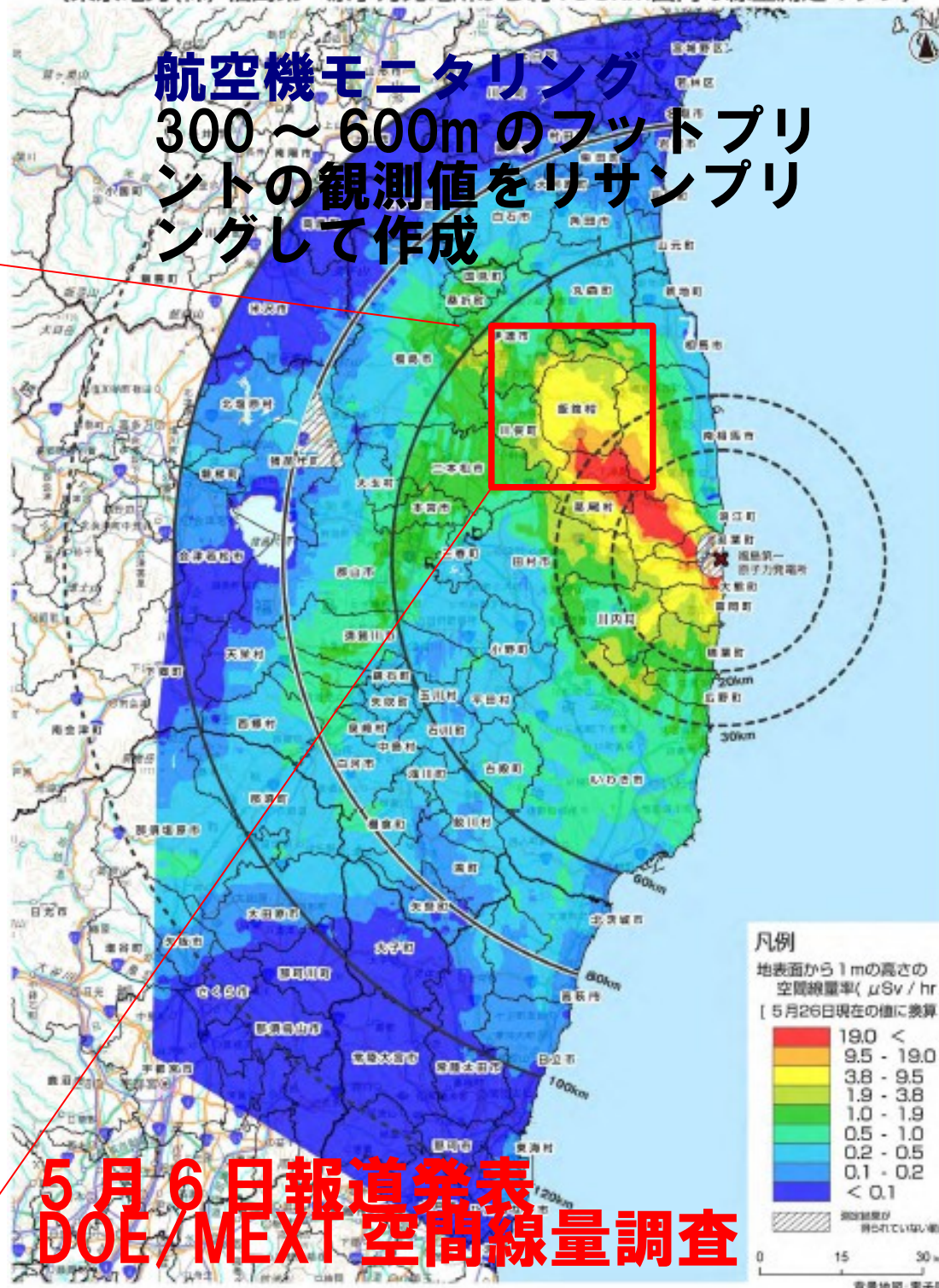
走行サーベイの結果

航空機モニタリングでは見えない空間線量率 ($\mu\text{Sv/h}$) の複雑な分布が走行サーベイの結果からわかる。



チーム千葉による7月調査結果

文部科学省及び米国DOEによる航空機モニタリングの結果
(東京電力(株) 福島第一原子力発電所から約100km圏内の線量測定マップ)



さらに詳細な空間線量率分布の測定の必要性

歩行サーベイ

山村の暮らしは田畑、住居、里山を含む小流域における水・物質循環のもとで成り立っているから

- ザックの中の空間線量率計の位置を地上 1m 高に調整
- GPS と同期
- 山地斜面を歩行



2012年9月よりHSF-1の利用により、以下の点が可能となった。

・短いサンプリング間隔(1秒)による計測

・結果をモニターしながら計測

⇒NaIシンチレータ(センサー)と計測・モニター部(PC)がケーブル接続されたため

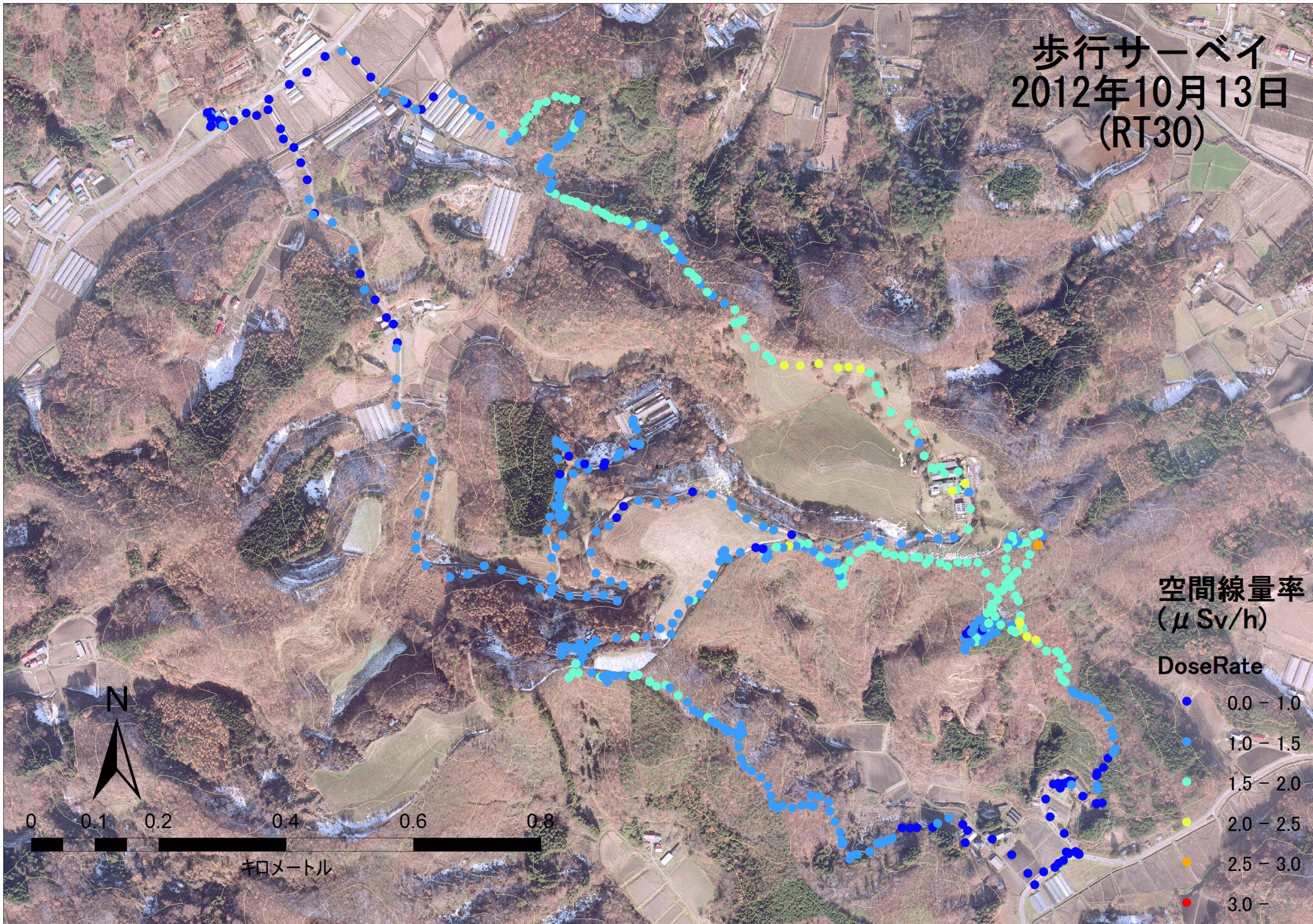
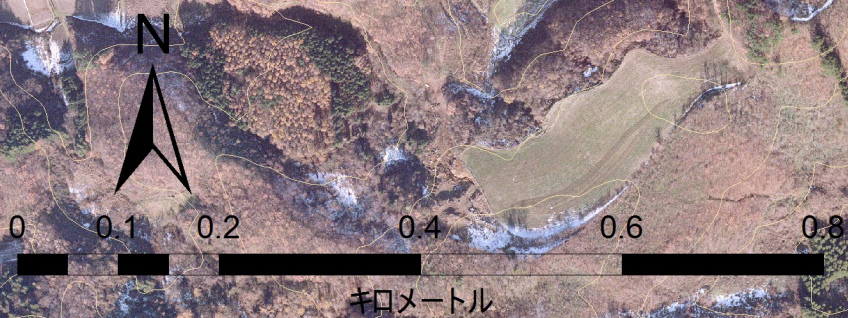
【 MEMO 】

歩行サーベイ
2012年10月13日
(RT30)

空間線量率
($\mu\text{Sv/h}$)

DoseRate

- 0.0 - 1.0
- 1.0 - 1.5
- 1.5 - 2.0
- 2.0 - 2.5
- 2.5 - 3.0
- 3.0 -



★ 最新の測定結果

2012年10月13日計測(RT-30 による測定結果)

県道62号線と農協からジョイフルオートキャンプ場に至る道路の間の丘陵を踏査

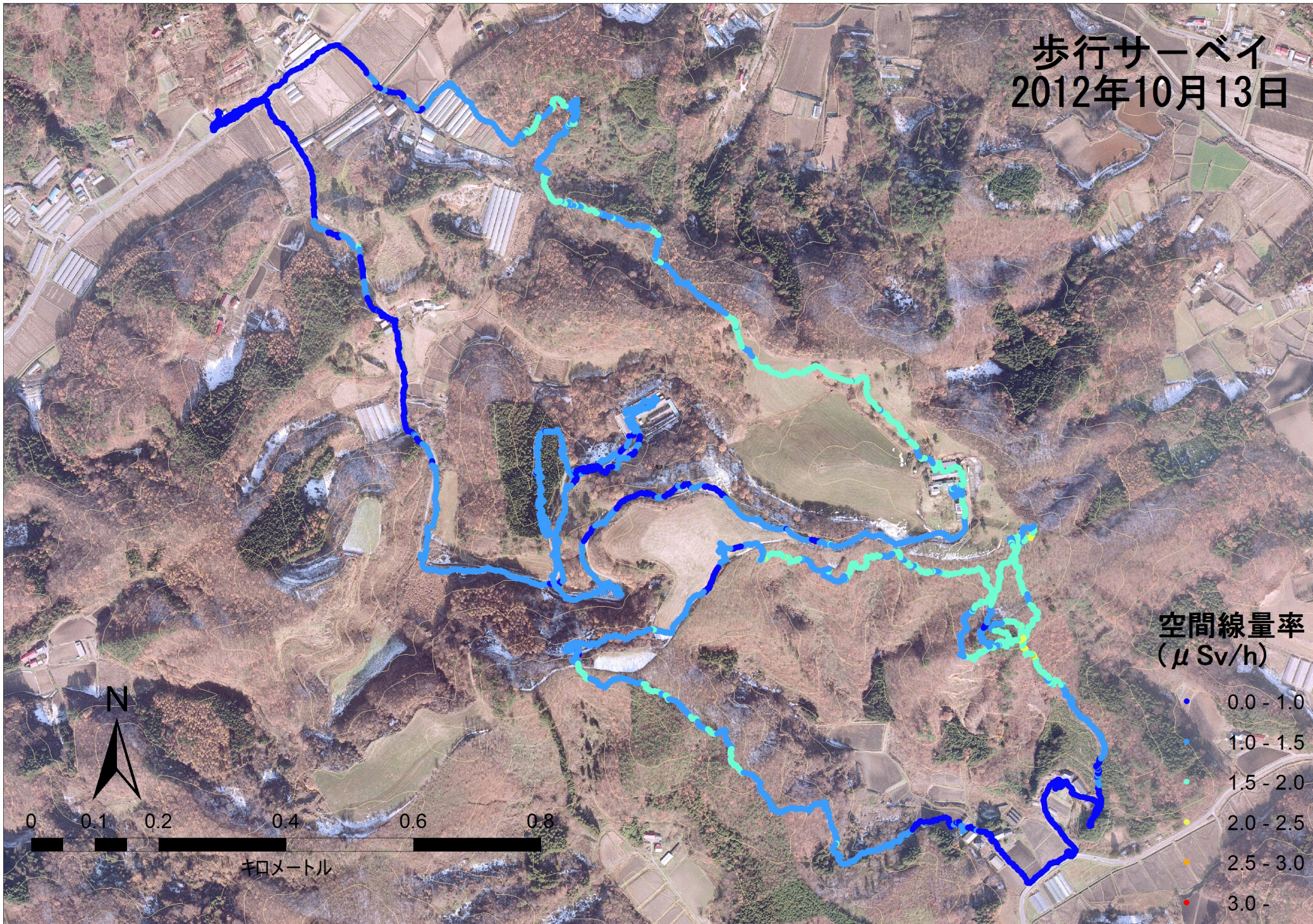
- ・高標高部で空間線量率が高いことを再確認。
- ・南西側斜面で高い傾向にあることを再確認。
⇒ 菅野朝夫さん、菅野富雄さんの流域で明瞭に現れている。
- ・大型サイロのある牧場の東側縁辺部および北西に延びる稜線沿いで空間線量率が高い。
⇒ プルーム(放射能雲)に対する風上側斜面
- ・県道62号線から分岐する林道沿いは低い。
⇒ 谷に沿って走っているからと思われる。

【 MEMO 】

歩行サーベイ
2012年10月13日

空間線量率
(μ Sv/h)

- 0.0 - 1.0
- 1.0 - 1.5
- 1.5 - 2.0
- 2.0 - 2.5
- 2.5 - 3.0
- 3.0 -



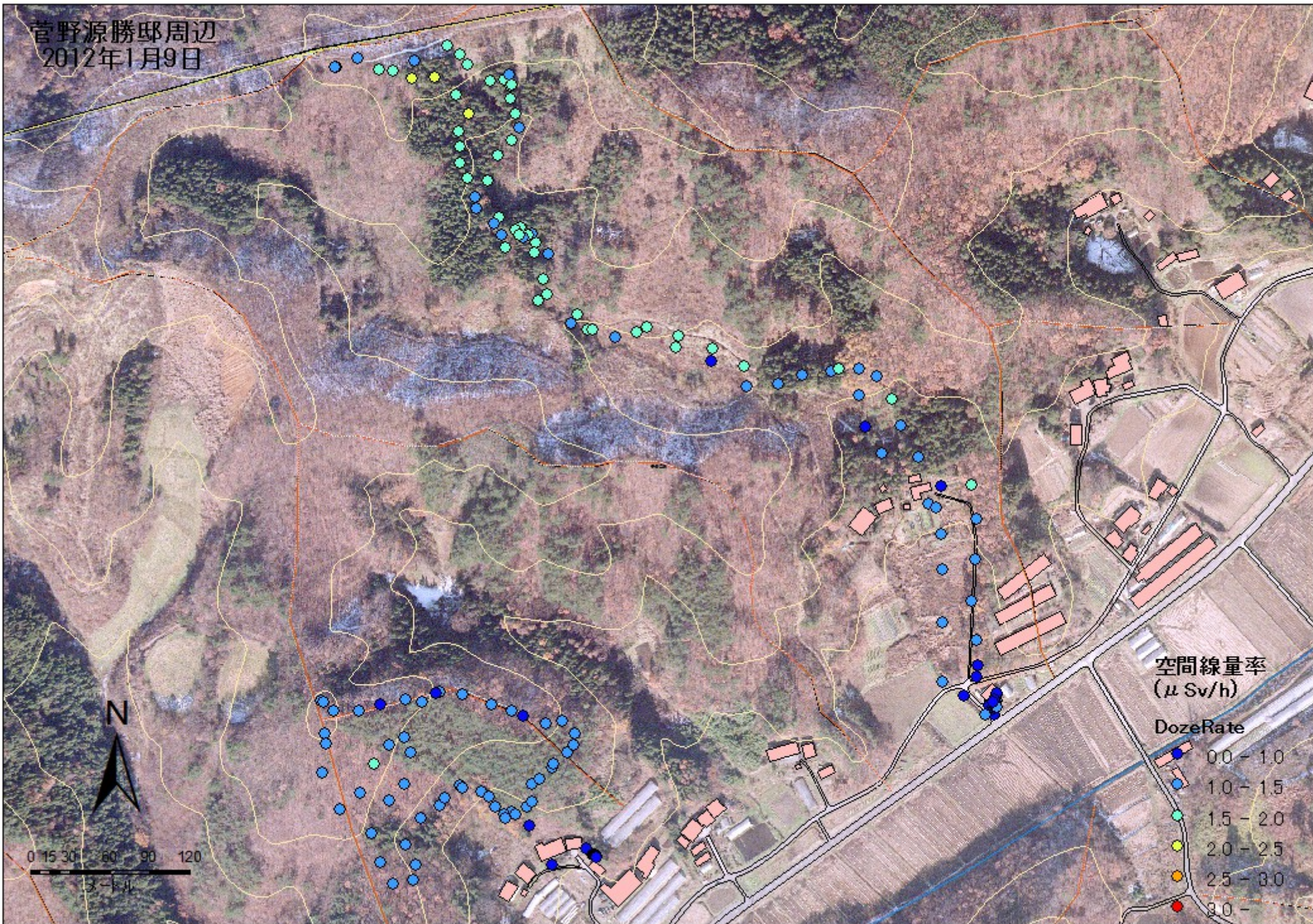
2012年10月13日計測(HSF-1 による測定結果)

県道 62 号線と農協からジョイフルオートキャンプ場に至る道路の間の丘陵を踏査(2 名でそれぞれ測器を持って歩行)

- ・基本的に RT-30 による計測結果と同じ
 - ・大型サイロのある牧場の縁辺部では若干斜面下側を歩いているが、RT-30 は斜面場を歩行しており、空間線量率は相対的に高い。
- ⇒ 樹木からの γ 線の影響かもしれない。ただし、落葉広葉樹である。

【 MEMO 】

菅野源勝邸周辺
2012年1月9日



空間線量率
(μ Sv/h)

DozeRate

- 0.0 - 1.0
- 1.0 - 1.5
- 1.5 - 2.0
- 2.0 - 2.5
- 2.5 - 3.0
- 3.0 -

0 15 30 60 90 120

3-14

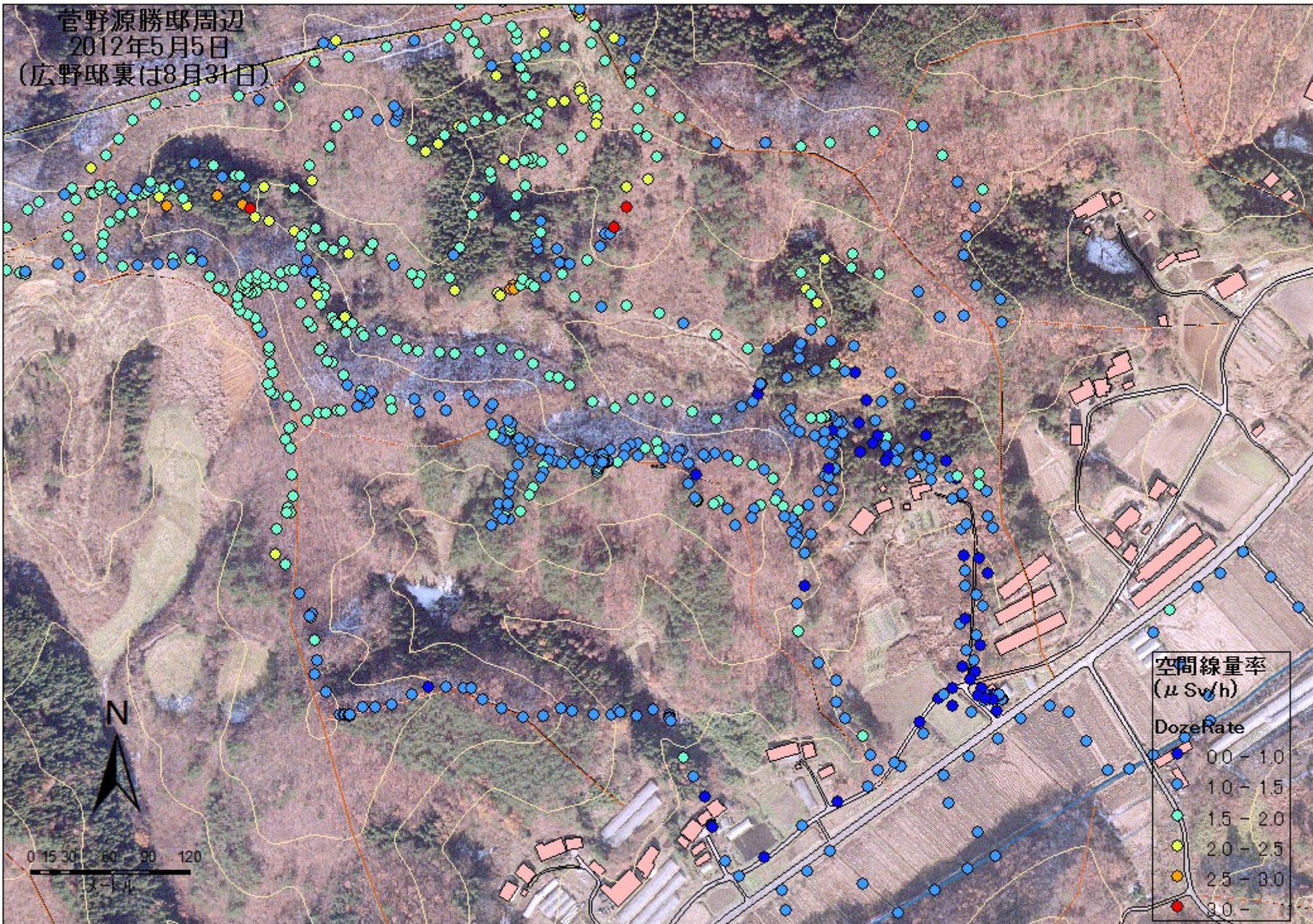
2012年1月9日計測

- ・県道62号線沿いでは空間線量率は $1\mu\text{Sv/h}$ 程度であるが、山地流域の高標高部で空間線量率が高いことを認識。
- ・尾根近くの常緑樹林域に水源井のひとつがある。

⇒ 放射能対策の必要性

【 MEMO 】

菅野源勝邸周辺
2012年5月5日
(広野邸裏は8月31日)



空間線量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	
DoseRate	
0.0 - 1.0	Blue
1.0 - 1.5	Light Blue
1.5 - 2.0	Cyan
2.0 - 2.5	Yellow
2.5 - 3.0	Orange
3.0 -	Red

0 15 30 60 90 120

3-14

2012年5月5日計測(広野邸裏は8月31日)

(1月9日の測定結果を強化)

- ・高標高部で空間線量率が高いことを再認識。
- ・高標高部の杉林で空間線量率が高い場所がある。

⇒ 常緑針葉樹の樹冠に放射性セシウムが沈着しているためと考えられる。

【 MEMO 】

県道62号線沿い水田
2012年1月28、29日
(積雪深約20cm)

水田域の測定事例



2012年1月28,29日



2012年5月5日



県道62号線沿いの水田における空間線量率分布

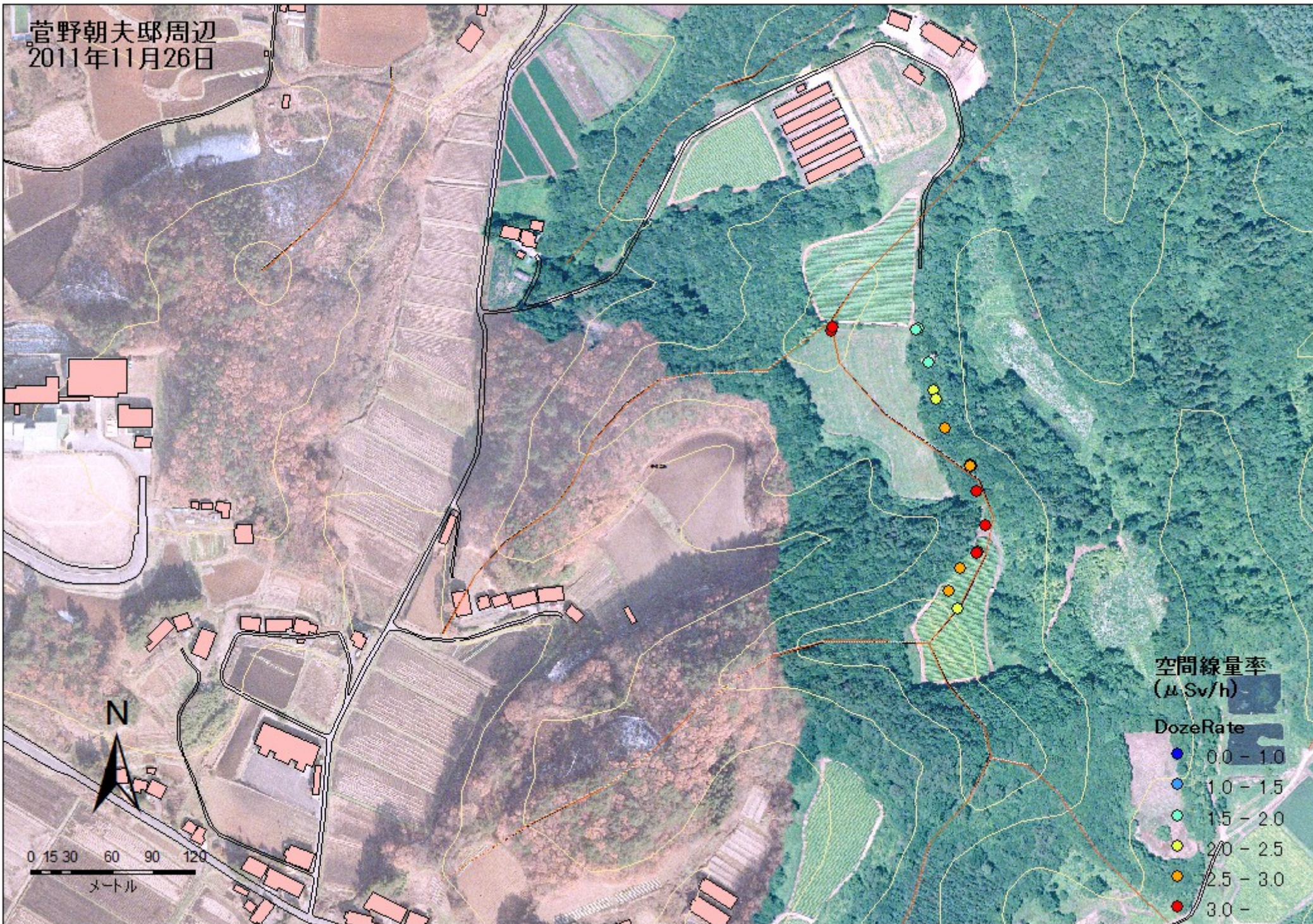
- 1月28日、29日の測定時は約20cmの積雪があり、 γ 線の減衰があった。
- 5月5日の測定では空間線量率は上昇してしまった。
- 富岡街道から二本松方面に向けて空間線量率は減少した。
- それは積雪下の地表面の表面汚染密度でも確認できた(上の図中の数字)。

空間線量率
($\mu\text{Sv/h}$)

●	3.000 - 4.000
●	2.000 - 3.000
●	1.750 - 2.000
●	1.500 - 1.750
●	1.250 - 1.500
●	1.000 - 1.250
●	< 1.000

凡例が他の図と若干異なっていることに注意

菅野朝夫邸周辺
2011年11月26日



空間線量率
($\mu\text{Sv/h}$)

DozeRate

- 0.0 - 1.0
- 1.0 - 1.5
- 1.5 - 2.0
- 2.0 - 2.5
- 2.5 - 3.0
- 3.0 -

N

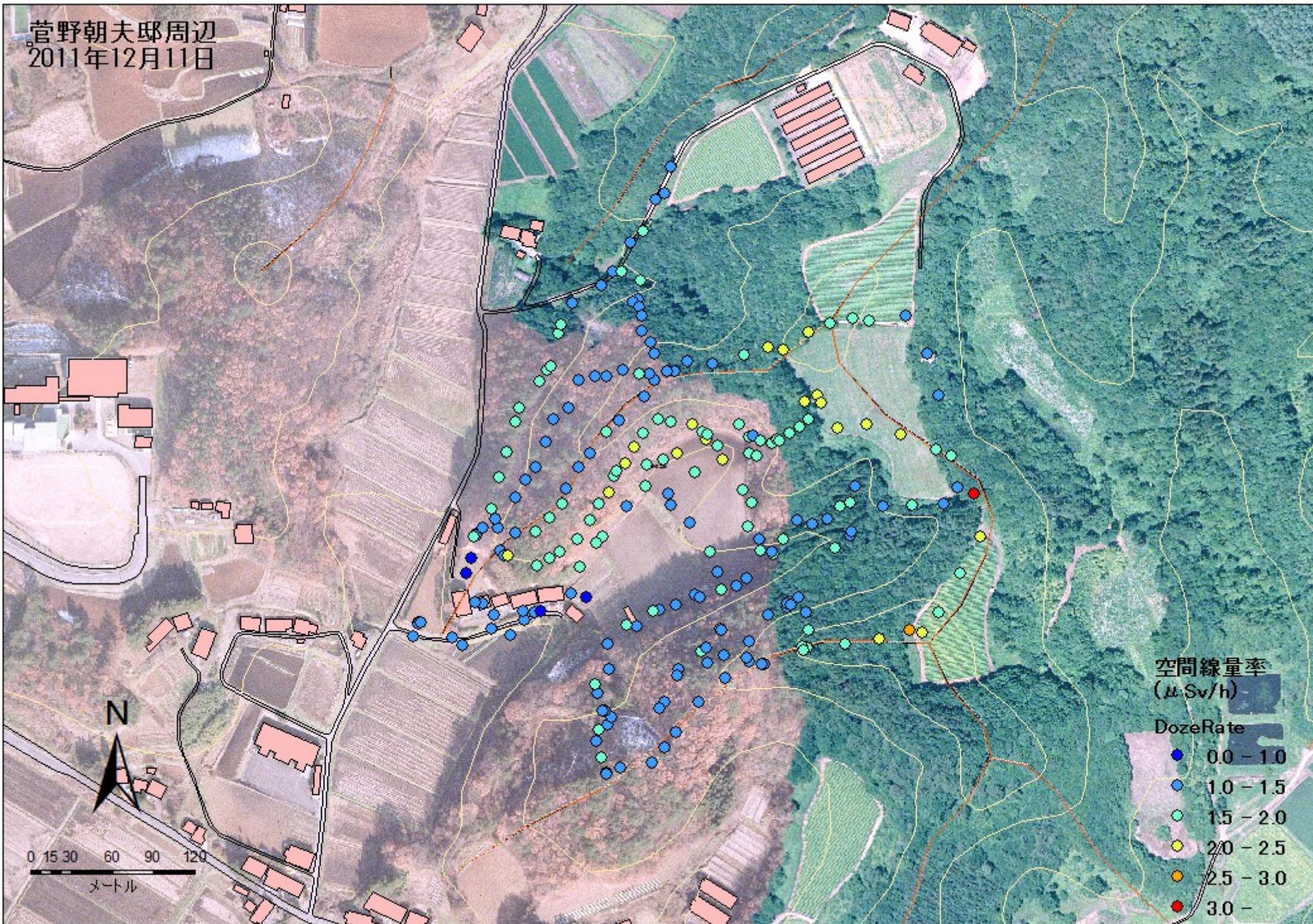
0 15 30 60 90 120
メートル

2011年11月26日計測 房由地区(朝夫さん宅)

- ・最も初期の歩行サーベイの結果。
- ・測器の設定に失敗し、一部しか記録できなかった。
- ・尾根上の平坦面は空間線量率が高い。

【 MEMO 】

菅野朝夫邸周辺
2011年12月11日

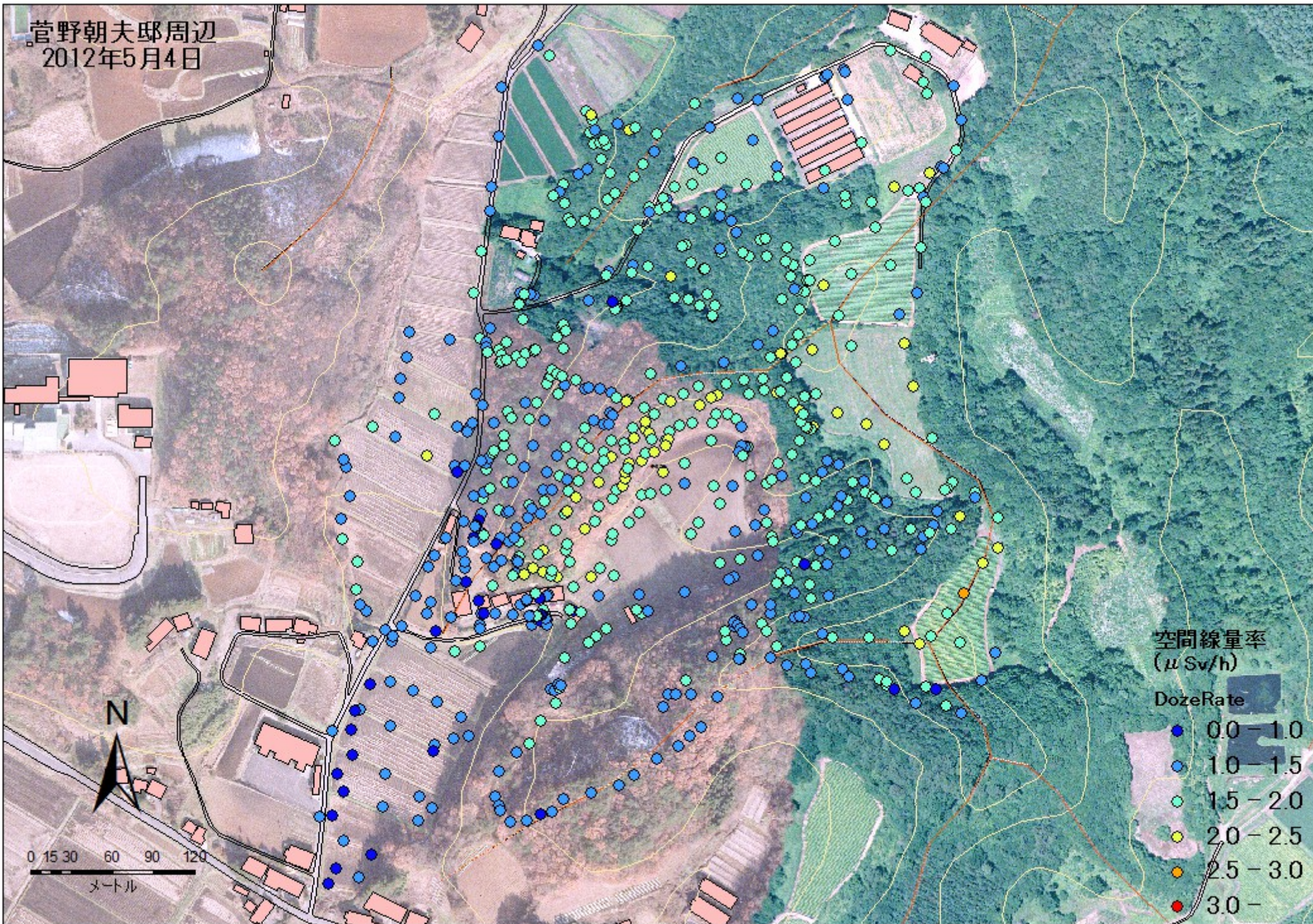


2011年12月11日計測

- ・小さな流域内でも空間線量率の分布は不均一である。
- ・**原発方向に向いた南東向き斜面の中腹の空間線量率が特に高い。**
- ・尾根の上に高空間線量率の地点がある。

【 MEMO 】

菅野朝夫邸周辺
2012年5月4日



空間線量率
($\mu\text{Sv/h}$)

DozeRate

- 0.0 - 1.0
- 1.0 - 1.5
- 1.5 - 2.0
- 2.0 - 2.5
- 2.5 - 3.0
- 3.0 -

N

0 15 30 60 90 120

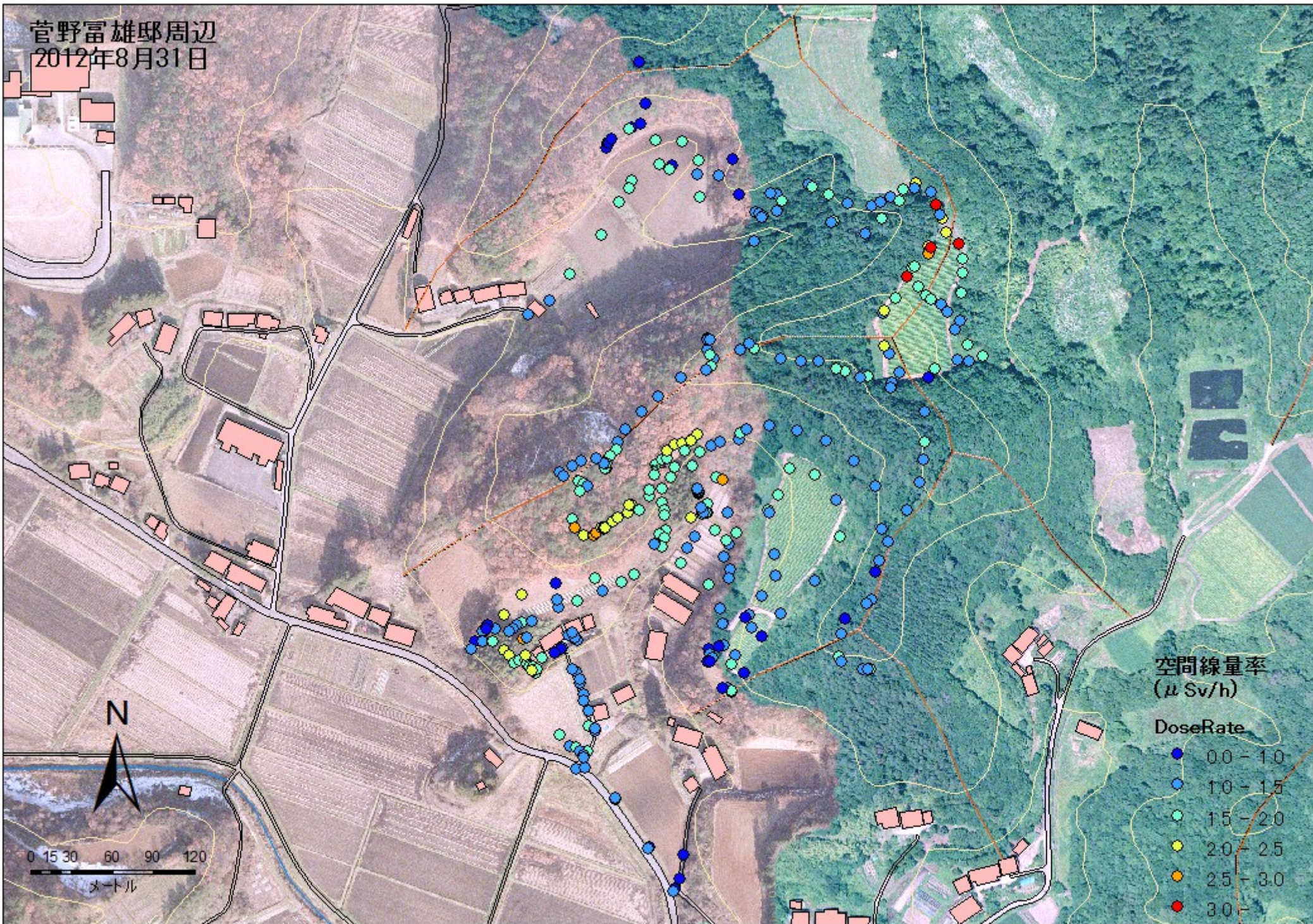
メートル

2012年5月4日計測

- **空間線量率の分布を再確認した。**
- **南東向き斜面で空間線量率が高いことを再確認。**

【 MEMO 】

菅野富雄邸周辺
2012年8月31日



2012年8月31日計測（富雄さん流域）

- ・南東側の斜面の空間線量率を確認。
- ・やはり南東側の斜面中腹で空間線量率が高い。

【 MEMO 】

ジョイフルオートキャンプ場
2012年9月1日
(10秒平均値)

草地の事例



空間線量率
($\mu\text{Sv/h}$)

Doserate10

●	0.0 - 1.0
●	1.0 - 1.5
●	1.5 - 2.0
●	2.0 - 2.5
●	2.5 - 3.0
●	3.0 -

2012年9月1日計測ジョイフルオートキャンプ場草地

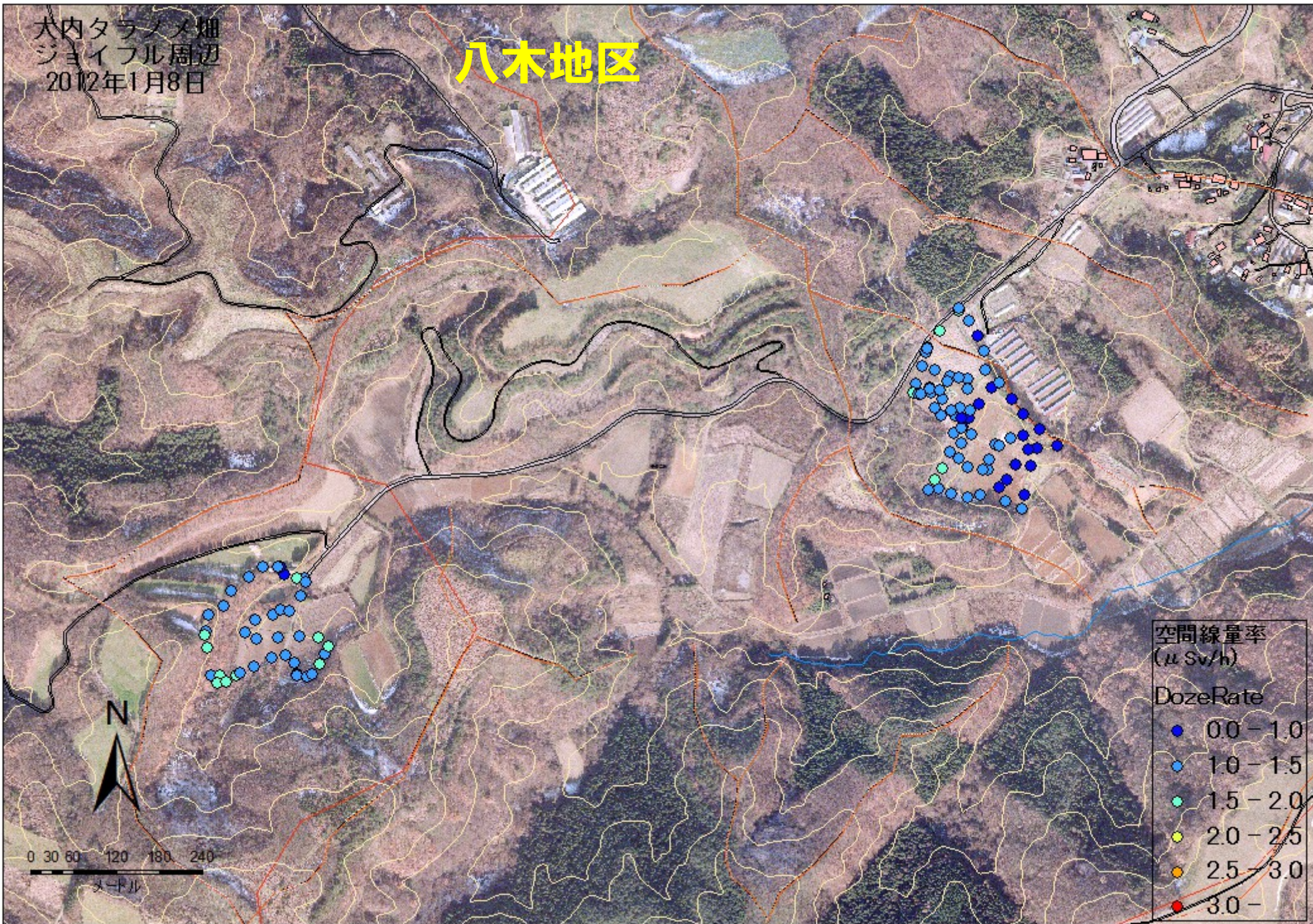
・空間線量率の高い領域はまとまって分布しているように見える。

⇒ 実質的な除染の効率化につながるかもしれない。

【 MEMO 】

大内タラノメ畑
ジョイフル周辺
2012年1月8日

八木地区



2012年1月8日計測

・タラの芽畑(右側プロット)では左岸側の谷埋盛土部分で空間線量率が低いように見える。

⇒ マサによる盛土であるため砂質、よって放射性セシウムが地下に移行している可能性？

・標高の高いジョイフルオートキャンプ場(左側プロット)では空間線量率も若干高い。

【 MEMO 】

大内タラノメ畑
2012年1月8日
(10秒平均値)



空間線量率
(μ Sv/h)

Doserate10

●	0.0 - 1.0
●	1.0 - 1.5
●	1.5 - 2.0
●	2.0 - 2.5
●	2.5 - 3.0
●	3.0 -



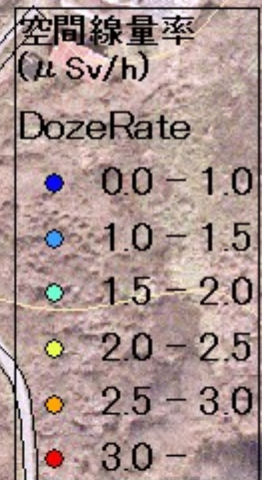
0 5 10 20 30 40
メートル

2012年9月1日計測

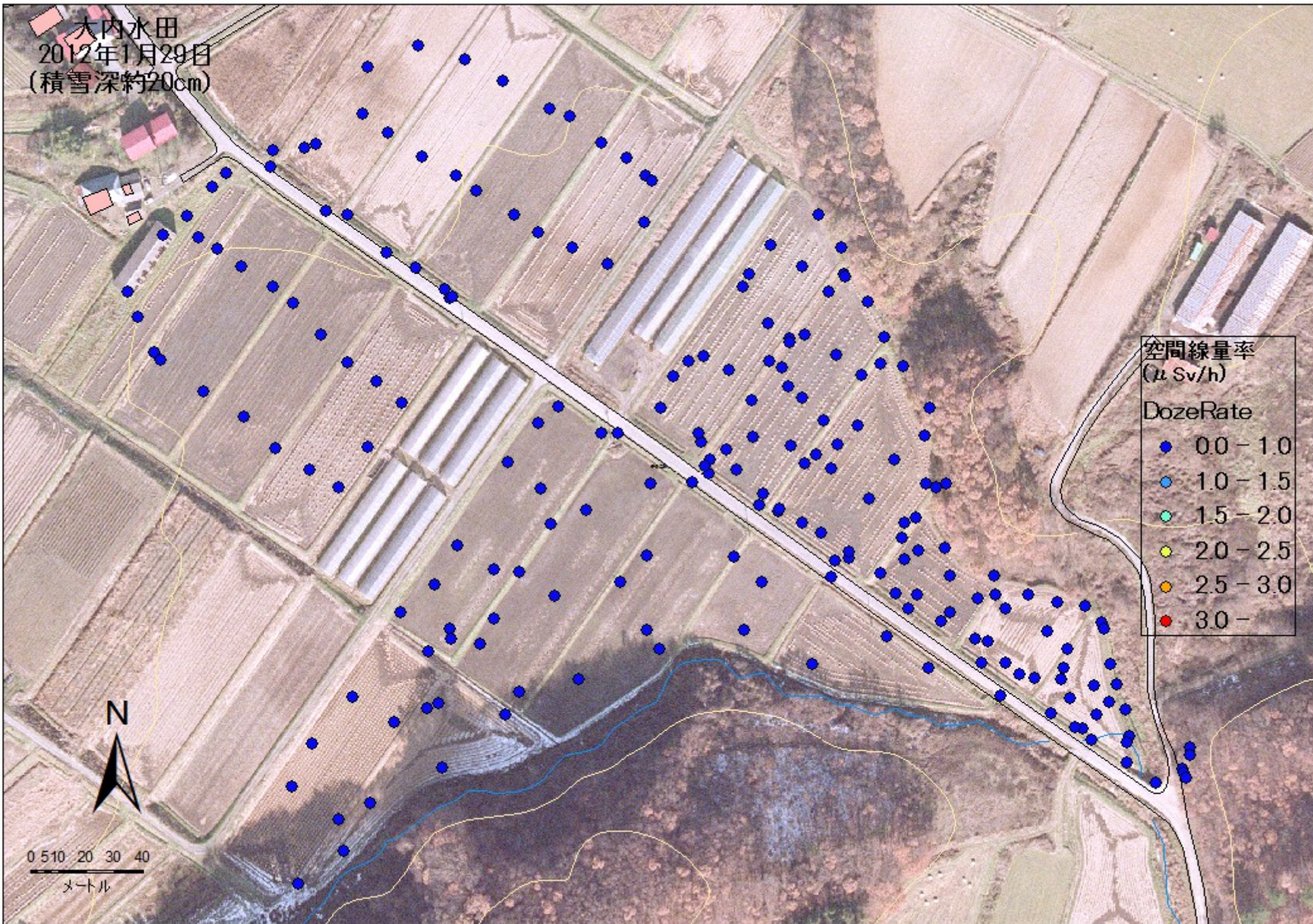
- ・新規導入の測器(HSF-1) を使用して、1 秒ごとに空間線量率と緯度経度を記録。
 - ・図は 10 秒平均で描画。
 - ・雑草で歩行困難な状況のもとで計測。
 - ・空間線量率は不均質ではあるが、高線量域はまとまった領域に分布しているように見える。
- ⇒ 効率的な除染作業の可能性

【 MEMO 】

大内水田
2012年1月29日
(積雪深約20cm)



0 5 10 20 30 40
メートル

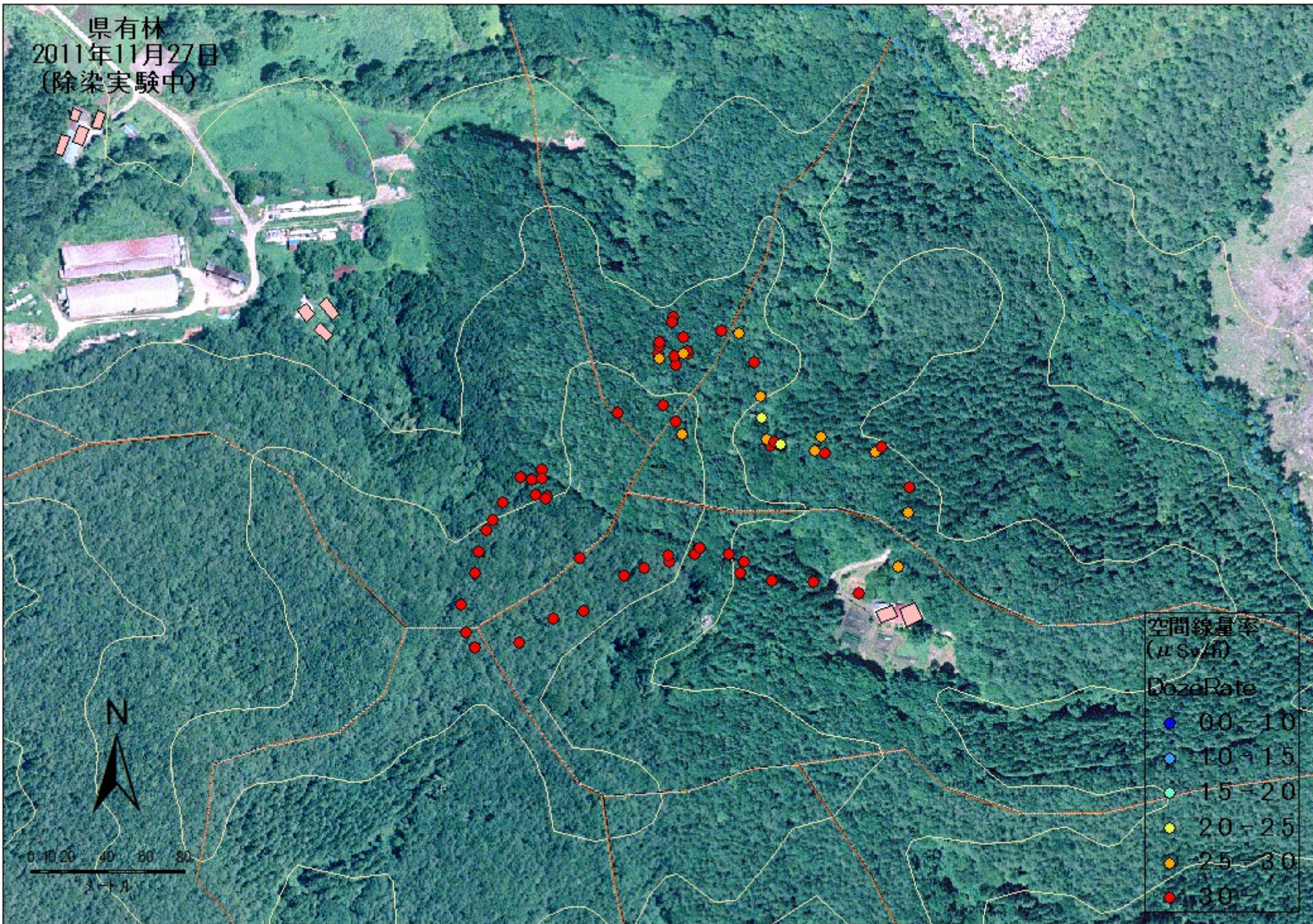


2012年1月29日計測

- ・約 20cm の積雪の中で計測。
- ⇒ γ 線の減衰が生じている。
- ・ここでは空間線量率は全体として低い。

【 MEMO 】

県有林
2011年11月27日
(除染実験中)



空間線量率
($\mu\text{Sv/h}$)
DoseRate

●	0.0 - 1.0
●	1.0 - 1.5
●	1.5 - 2.0
●	2.0 - 2.5
●	2.5 - 3.0
●	3.0 -

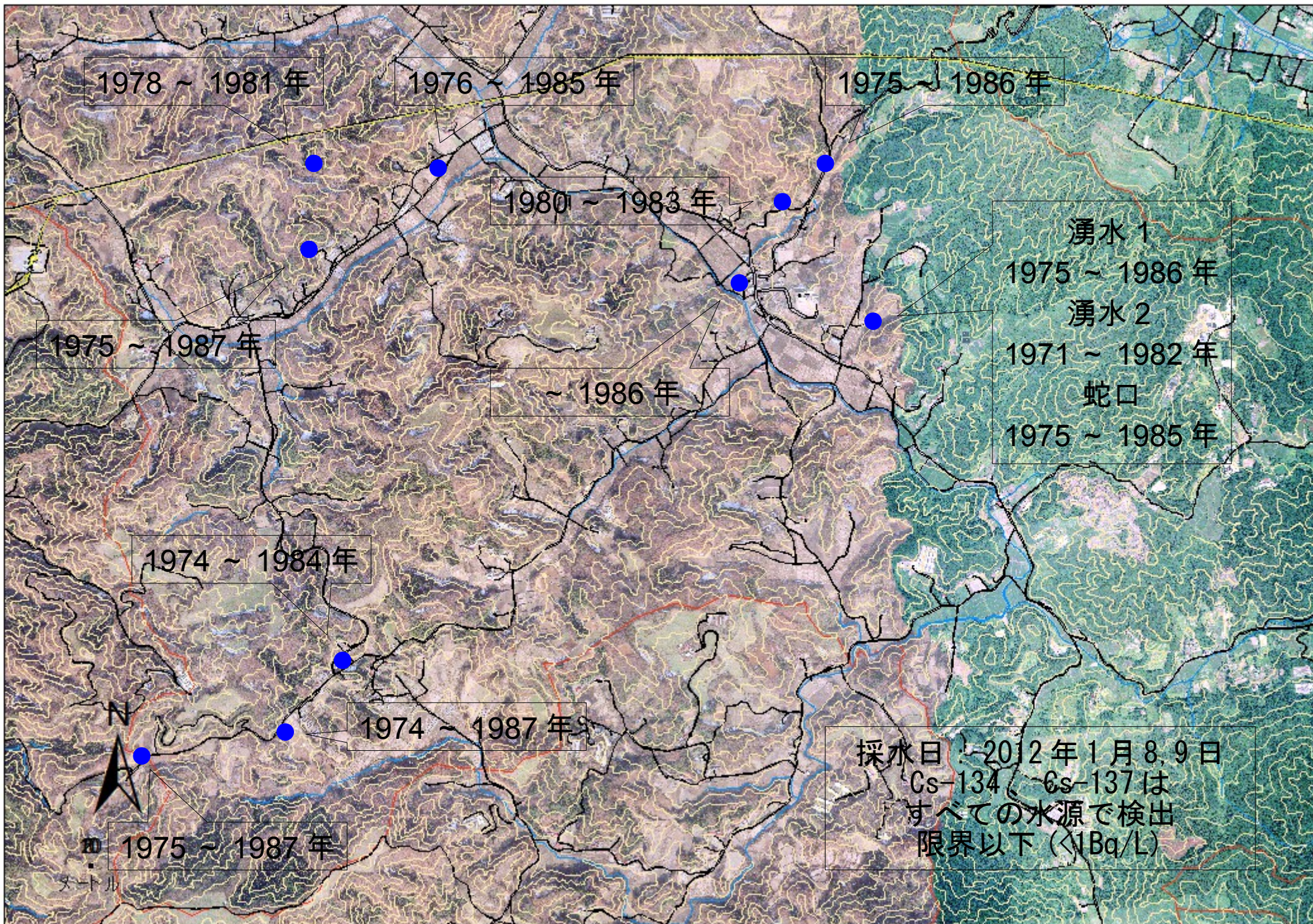
0 10 20 40 60 80
メートル

2011年11月27日計測

- ・森林における除染実験サイトで歩行。
- ・高標高であり、浪江町に近い領域なので、空間線量率は高い。

【 MEMO 】

水源井戸から採水した水のCFCs(フロン)年代と放射性物質濃度

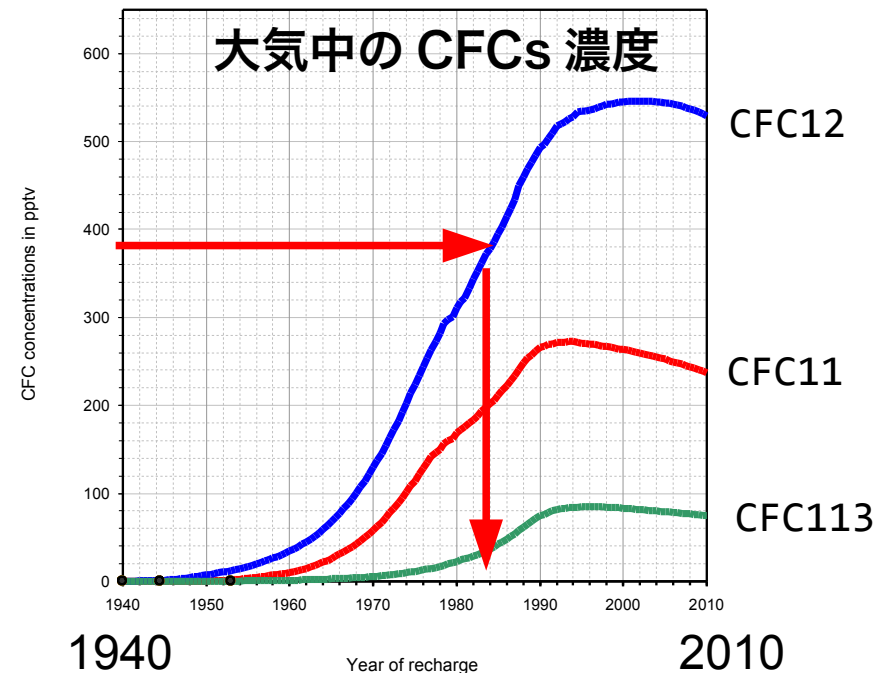


CFCs (クロロフルオロカーボン類)

- CFC-11 (CFCI3)、CFC-12 (CF2CI2)、CFC113 (C2F3CI3) の3種類がトレーサーとして利用可能。
- 冷却剤や洗剤などの工業用途で 1930 年代に人工的に生成された。
- 大気中に放出されたフロンは雨水に溶けて地下水へ涵養される。
- よって、地下水のフロン濃度から、浸透した年代がわかる。
- 1950 年代から 1990 年代に涵養された地下水に対して年代推定可能。



採水法、測定法が難いため、測定の精度を検証中ですが、概ね 30 ~ 40 年程度の年代が得られています。これは地下水の循環速度から考えてあり得ない値ではありません。セシウムは土壤中に強く吸着されるため、地下水への移行は少ないようです。井戸の中に落葉や土砂が入らないようにすれば地下水は安全とって良いと思います。ただし、個々の井戸について状況を精査して判断する必要があります。



2011 年度ひこばえの放射性物質濃度

房由地区

玄米 **セシウム 130Bq/kg**

- 1) Cs-137: 試料 1kg あたり 0.08 キロベクレル (80Bq/kg)
- 2) Cs-134: 試料 1kg あたり 0.05 キロベクレル (50Bq/kg)
- 3) K-40: 試料 1kg あたり 0.08 キロベクレル (80Bq/kg)

八木地区

麦 **セシウム 130Bq/kg**

- 1) Cs-137: 試料 1kg あたり 0.07 キロベクレル (70Bq/kg)
- 2) Cs-134: 試料 1kg あたり 0.06 キロベクレル (60Bq/kg)
- 3) K-40: 試料 1kg あたり 0.14 キロベクレル (140Bq/kg)

玄米 **セシウム 40Bq/kg**

- 1) Cs-137: 試料 1kg あたり 0.02 キロベクレル (20Bq/kg)
- 2) Cs-134: 試料 1kg あたり 0.02 キロベクレル (20Bq/kg)
- 3) K-40: 試料 1kg あたり 0.10 キロベクレル (10Bq/kg)

注) K-40 は自然由来の放射性物質

山木屋水境バス回転場(砂利)における核種判別結果

RT-30の核種判別機能を使い、空間線量率に対する割合(%)で示した。BqではCs-134を1/2.7にして割合を概算。

測定日	空間線量率	Cs-134	Cs-137	備考
2011/08/19	4.6	67	31	
2011/10/10	5.9	64	34	
2011/11/27	5.1	62	36	
2012/01/09	5.3	60	38	
2012/01/28	2.5	60	40	積雪約20cm
2012/05/05	4.2	50	50	
2012/08/31	3.9	46	54	
	(μ Sv/h)	(%)	(%)	

半減期2年のCs-134の占める割合は減少しつつあることがわかる。

注) Cs134、Cs137の空間線量率に与える影響の割合は7.3:2.7(2.7:1)

この報告書はチーム千葉大学の近藤の担当部分を纏めたものです。このほかに小林達明先生、松岡延浩先生の成果があります。

ゲルマニウム半導体による測定は薬学研究院の鈴木弘行先生、フロンによる地下水年代測定は園芸学部の唐常源先生によるものです。

走行サーベイ、空間線量率測定には(株)SWRの山口英俊氏(千葉大学OB)、早川敏雄氏(太陽エンジニアリング)に依るところ大です。

〒263-8522 千葉市稲毛区弥生町1-33
千葉大学環境リモートセンシング研究センター
近藤昭彦

Tel043-290-3834, E-mail : kondoh@faculty.chiba-u.jp