オケージョナル・ペーパー　No.44

Google earthを利用したドット標本調査法による土地利用面積調査について

－古典的な統計調査手法を用いた新しい面積調査技術と調査結果の紹介－

2014年10月

法政大学
日本統計研究所

Google earth を利用したドット標本調査法による土地利用面積調査について

－古典的な統計調査手法を用いた新しい面積調査技術と調査結果の紹介－

神宮司一誠（元農林水産省統計部勤務）

1. はじめに

ここでいう「ドット標本調査法」とは、ポイントサンプリング手法の一種で、緯度・経度等の組合せによって地図上から無作為に抽出した地点での土地利用を属性調査法で現地調査し、標本地点における対象属性の“出現割合”から対象地域の“土地利用面積割合”と“面積”を推計する手法のことである。

この手法は方法論的には、古くから知られた古典的な調査手法であるが、統計調査として実施するとなると、標本抽出と現地アクセスのための正確な地図や空中写真を必要とし、更にそれらの維持、更新等に要する経費、労力もかかることが課題で、本格的な調査手法としては使われてこなかった。しかし、近年、インターネット上での電子地図 Google earth が出現したことによって、Excel のセル上で緯度、経度を格子状に組み合わせて発生させた標本地点に自動的にサンプル名を付し、それらの標本を Google earth 上に直接的に表示できるようなった。筆者らは、これら「古典的な統計手法」と「最新の技術革新」を組み合わせ、信頼性の高い土地利用統計を効率的に作成できるシステム開発に取組み、この度、誰でも利用可能な標本抽出・配置システム及び集計システムを完成させた。この手法は、従来のように母集団の編成整備をする必要がなく、標本は全ての属性面積の大きさに応じて確率的に比例抽出されること、調査は属性調査法によるため標本地点で属性面積を求積する必要もないこと等からこれまでの様々な統計的な面積調査上の課題が一気に解決した。

この調査手法は開発途上国ばかりではなく先進国においても客観的対地標本調査法に基づく調査の実施や既存の調査法による調査結果の検証を可能にする手法になり得ると考えている。

本レポートは、このドット標本調査手法とこれまでの適用結果についての概要を紹介するものである。経過的には、今回の法政大学日本統計研究所のオケージョナルペーパーとして収録されるに当り、これまでの経済統計学会の関東支部月例会（2014 年 5 月 10 日）及び全国研究大会（2014 年 9 月 12 日）での発表、質疑応答などを踏まえ、5 月の月例会での発表資料を一部加筆修正して、再構成したものである。

2. ドット標本調査の手法

ドット標本調査手法は、先述したように古くから提案されているポイントサンプリング法の一種である。ポイントサンプリングの手法について、Frank Yates は著書（“SAMPLING METHODS for CENSUS AND SURVEYS”, London, 1949）の中で次のように説明している。

3.9 Sampling with probabilities proportional to size of units

"If we have areas demarcated on a map, such as fields, and a point is located at random on the map, the probabilities of the point falling within the boundaries of the different fields are clearly proportional to the areas of the field. Consequently, areas can be selected at random with probabilities proportional to their size by the simple procedure of taking random points on the map."(P.35)

"The principle has applications in agricultural surveys designed to determine the acreage and yield of different crops, total cultivated area, etc. All that is required for acreage is to determine the proportion of points which fall in areas of the given type. The method therefore particularly attractive when carrying out surveys of the area crops, etc., by aerial survey, by provided the different crops can be recognized on the photograph, since it avoids all the measurement of area which would be required if an ordinary random sample of areas were taken."(P.35)

4.24 Use of maps as frames in agricultural surveys

"If accurate large-scale maps showing the field boundaries are available, the point method of sampling is very suitable for crop surveys in which contact with farmer is not necessary. The fields will then act as sampling units, and selection will be with probability proportional to size. Provided the whole of a selected field is under a single crop, all that is necessary for acreage estimates is to ascertain the crops, no determination of area being required. If more than one crop is being grown on a selected field, the proportions of area under the different crops must be determined, but eye estimate will usually be adequate for this purpose.

In this type of work two-stage sampling will often be advisable in order to save traveling, and also to avoid having to handle an excessive number of maps". (P.82)

この手法は単純簡明で、Yates がいうように「作物統計調査に大変ふさわしい手法である」とされた手法であるが、この本が書かれた時期は、まだ地図がよく整備されておらず、空中写真も入手困難な時期であり、統計調査手法として、実務的に利用することはできなかった。しかし、Google earth の出現によって、この手法を応用したドット標本調査手法が可能であることが分かり、この手法開発に着手した。2011 年 5 月のことであった。この調査手法をドット標本調査手法と呼ぶ理由は、インターネット時代にふさわしい用語にしたいという思いがあったこと及び上に紹介したような Point sampling 手法を大幅に単純化したためである[1]。属性調査のシンプルさと Google earth の操作性の良さがこのドット標本調査法を作り上げている。

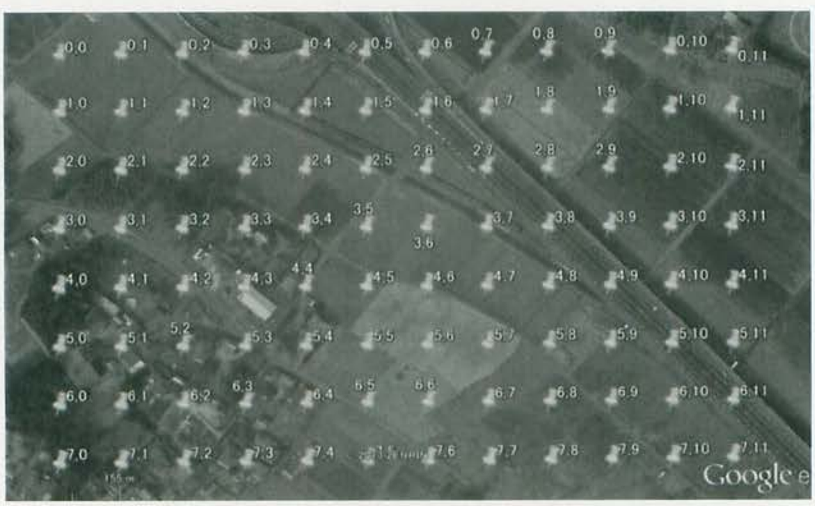

図１：小さな地域でのドット標本配置のイメージ（JICA 筑波国際センター付近）

[1] Point sampling 手法を応用した土地利用調査法の先行事例としては、EU で GIS を使って試行されているが（LUCAS として知られている）、統計的手順としては、マスターサンプリング手法やクラスターサンプリングの手法を導入し、標本調査地点の抽出や現地調査（野帳）は複雑なものとなっている。

図１は、小さな地域でのドット標本を系統的に配置を示した図である。それぞれのドット標本は、その「位置」とそこでの「土地利用のカテゴリー」を示している。宅地、道路、田畑等に位置している標本、即ちカテゴリー別の標本割合は、調査対象地域におけるそれらの土地利用の「構成割合」を表し、土地利用面積が推計できる仕組みになっている。これは狭い地域の図であるが、広い地域でも直接応用できる手法である。

備考：標本抽出の方法について

ドット標本をどのように抽出配置するかについては、上にみたような系統抽出の方法が実務的には一般的と考えられる。即ち、抽出誤差も小さく、標本管理も易しい。標本抽出法には、この外に下の参考図１のように無作為抽出法で配置する方法もある。この手法は理論的ではあるが、標本数が少ないと標本の位置的偏りが生じる場合が多い。参考図２は、上の図１の系統抽出法と参考図１の無作為抽出法の折衷的抽出法で、図１の系統抽出法で配置された各正方格子の内側から１個の標本を無作為抽出法で抽出したものである。両者の方法論的弱点の回避を狙った手法であるが、精度については、これまでのモンテカルロシミュレーション結果等を踏まえて判断すると、図１の系統抽出法が一番よくなっている。詳細については、現在、実際の図上でモンテカルロシミュレーション等を行っている段階である。

参考図１：　無作為抽出法

参考図２：　系統＆無作為抽出法

３．ドット標本調査の手順

この調査手法を用いて農作物の作付面積調査を行う場合は、図２に示すように**４つのステップ**により調査を行うこととしている。**第１ステップ**はドット標本の抽出で、三つのサブステップからなっている。①調査対象地域と標本数の決定、②Excel sheet 上でのドットサンプルの作成、③Google earth 上への標本配置の三つである。**第２ステップ**は準備調査で、Google earth 上での土地利用調査である。この調査は配置された各標本地点を Google earth 上での判定で非耕地と耕地に分ける作業であり、現地調査必要標本数を縮減するために行う調査でもある。**第３ステップ**は現地調査である。作付面積調査を実施すべき時期に耕地面積に落ちた標本ドットの所へ赴き、栽培されている作物名を調査することである。**第４ステップ**は集推計である。

図２：ドット標本調査手法の流れ

第１ステップでのドット標本を Google earth 上に配置する手順は、図３に示した。これは、JICA で行われた海外集団研修に用いたものである。図３の中の最初の横長の表に対象地域名、対象地域の総面積、標本数、標本のスタート地点（緯度・経度）と最終地点（同）についてのデータさえ入力すれば、次の黄色の表頭、表側を持った表の各セルに、自動的、瞬間的に緯度、経度の組合せにより格子状の標本地点が生成され、その表の中に示したようなイメージで Google earth 上に配置される仕組みである。抽出された標本は、継続標本として、数年間固定することも考えられる。母集団編成を必要とせず、無階層、一段抽出法で調査することになる。この設計段階では Google earth 上に対象地域の境界線があることと、別途信頼できる対象地域の総面積があることが必要である。この境界線と総面積がない場合は、自ら Google earth 上に境界線を引き、総面積をプラニメータ等で求積する必要があるが、総面積については、１ドット当り面積を先に決めておけば[2]、ドット数からも計算できる。なお、このドット標本調査法における標本数は、対象カテゴリーの普及率と目標精度によって決まるが、詳細は後述する（６ページ）。

---

[2] この面積を例えば 10ha,100ha,1000ha 等と整数になるように面積と n を定めておくと、数えるだけで面積が計算できることになる。

図３：標本抽出に必要な帳票及び Google earth 上に表示されたドット(ピン)図　(筑波)

Target area	Size of the Target area km^2	Sample size	Starting point (latitude)	Starting point (longitude)	Finishing point (latitude)	Finishing point (longitude)	Interval in km (depend on (3))	Necessary Number of Lines	Necessary Number of Rows
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)=√((2)/(3))	(9)	(10)
JICAshimoyokob	*0.24*	*96*	*36.030751*	*140.12411*	*36.027596*	*140.13022*	0.05	8	11

.	Name of Longitude→ Latitude↓	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
0	0.	36.0307509 8,140.12410	36.0307509 8,140.12466	36.0307509 8,140.12521	36.0307509 8,140.12577	36.0307509 8,140.12632	36.0307509 8,140.12688	36.0307509 8,140.12744	36.0307509 8,140.12799	36.0307509 8,140.12855	36.0307509 8,140.12910	36.0307509 8,140.12966	36.0307509 8,140.13021
1	1.	36.0303003 11329,140.1	36.0303003 11329,140.1	36. 113						03003 ,140.1	36.0303003 11329,140.1	36.0303003 11329,140.1	36.0303003 11329,140.1
2	2.	36.0298496 42658,140.1	36.0298496 42658,140.1	36. 426						98496 ,140.1	36.0298496 42658,140.1	36.0298496 42658,140.1	36.0298496 42658,140.1
3	3.	36.0293989 73987,140.1	36.0293989 73987,140.1	36. 739						93989 ,140.1	36.0293989 73987,140.1	36.0293989 73987,140.1	36.0293989 73987,140.1
4	4.	36.0289483 05316,140.1	36.0289483 05316,140.1	36. 053						89483 ,140.1	36.0289483 05316,140.1	36.0289483 05316,140.1	36.0289483 05316,140.1
5	5.	36.0284976 36645,140.1	36.0284976 36645,140.1	36. 366						84976 ,140.1	36.0284976 36645,140.1	36.0284976 36645,140.1	36.0284976 36645,140.1
6	6.	36.0280469 679741,140.	36.0280469 679741,140.	36. 679						80469 1,140.	36.0280469 679741,140.	36.0280469 679741,140.	36.0280469 679741,140.
7	7.	36.0275962 993031,140.	36.0275962 993031,140.	36. 993						75962 1,140.	36.0275962 993031,140.	36.0275962 993031,140.	36.0275962 993031,140.

第２ステップは準備調査である。これは、第３ステップでの現地調査効率を上げるために予め Google earth 上の標本地点での土地利用状況が耕地であるか否かということを目視判定するものである。準備調査における調査カテゴリーは原則的には、非耕地と耕地に加えて分類不明(tentative reserve)を設定しておくと、作業がスムーズに進む。耕地面積を本地、畦畔別に把握したい場合は、そのためのコードを設定する必要がある。ここでの Google earth の役割は、予備調査とはいえ土地利用判定に用いられることであることから、Google earth の画像はできるだけ新しく、雲もなく解像度は高いことが望まれる。調査整理表のイメージは、表１と同じである。

第３ステップは現地調査で、作物が栽培されている時期に実施する調査である。第２ステップで耕地面積と判定された標本地点で作物名を現地で確認する調査する作業である。表１は、現地調査整理表で、黄色でマークした部分は米が栽培されていることを示している。図４は現地調査中の研修生の様子で、背後に収穫前の水田がみえる。ここでの Google earth の役割は現地案内地図となるものである。従って、その現地案内図としての役割を果たせればよく、必ずしも新しいものである必要はない。土地利用の変化や形状の変化は生じていても問題はない。現地調査はそのような変化が生じていることを前提とした調査でもある。第２ステップで分類不明となっていた標本はこの段階で正しく分類できることになる。

表１：現地調査整理表（2012 年９月）

Category	code
Dyke	3
Residential land, (Include bulding, parking, etc)	4
Road (asphalt)	5
Road (soil)	6
Irigation, River	7
Others	8
Paddy	101
Sweet potato	102
Soybean	103
Vegitable	104
Fruite (Tree)	105
Turf (Lawn)	106
No plant (prepalation)	107

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
0	101	3	7	8	6	5	101	101	101	101	8	104
1	106	101	101	101	8	101	5	101	101	101	101	3
2	107	8	4	101	101	101	6	5	106	101	101	3
3	4	6	105	4	5	101	101	101	5	101	101	101
4	4	4	4	4	107	101	107	101	101	5	101	101
5	4	4	4	106	5	107	106	106	3	101	5	101
6	8	8	4	5	107	5	106	5	106	5	101	5
7	8	4	4	4	107	107	104	6	106	106	5	101

図４：現地調査中の研修生

（背後に収穫前の水田が見える）

なお、Google earth には、現在地からドット標本へ行くためのナビゲーション機能がついてお

り、これも不慣れな地域では役立つ機能である。調査地点での調査項目は1項目であり、また、エリアフレーム調査の場合のように実測調査を行う必要はないので、非標本誤差は起こりにくい。農家等を煩わすこともない。

第4ステップは表1での調査結果を用いての集推計である。調査項目は1項目であったが、多数の推計値が得られる。推計及び精度計算のための数式は、下に示される通りで、属性調査法のため非常に簡単であるが、対象地域のカテゴリー別の割合($\frac{n_1}{n}=\hat{p}$)からそれらの面積を推計するためには、先述したようにその対象地域の総面積(W)が分かっている必要がある。なお、$\hat{q}$は、$(1-\hat{p})$により計算される。

計算式：　*推計値* $\hat{T}=\frac{n_1}{n}W=\hat{p}W$　*標準誤差（ポイント）* $SE=\sqrt{\hat{p}\hat{q}/n}$

これらの計算式により計算された推計値及び標準誤差は、表2に示すとおりである。

表2：作付面積の推計結果（2012年9月）

	ドット数	シェア(%)	推定値（ha）	標準誤差	CV
畦畔	4	4.2	1	2.0	48.4
住宅地等	14	14.6	4	3.6	24.4
道路（アスファルト）	14	14.6	4	3.6	24.4
道路（土）	4	4.2	1	2.0	48.4
灌漑用水路	1	1.0	0	1.0	98.5
その他	7	7.3	2	2.6	36.0
水稲	33	34.4	8	4.8	14.0
さつまいも	0	0.0	0	0.0	…
だいず	0	0.0	0	0.0	…
やさい	2	2.1	1	1.4	69.3
果樹	1	1.0	0	1.0	98.5
芝	9	9.4	2	2.9	31.4
不作付地	7	7.3	2	2.6	36.0
Total	96	100	24	0.0	0.0

以上がドット標本調査手法の基本的な流れと考え方である。僅か24haの地域を対象にした事例であるが、この調査手法は市町村や国を対象とした場合でも全く同じ手順で適用できる。また、表2では、畦畔面積も推計できており、米の作付面積は畦畔面積を除いた純粋の作付面積として推計できている。このような細かいところまで推計できることはドット法による属性調査法の大きな特色と考えることができる。

なお、第1ステップにおける標本数の決定方法については、一般的には実際の標本数は調査に投入できる人員数、予算を見積もることが先決であるが、理論的には母変動係数と目標精度の二つのファクターによって計算できる。即ち、この調査に必要な標本数は、通常の標本調査と同様に、必要標本数＝母変動係数^2÷目標精度^2=$C^2/{CV_{Aim}}^2$により計算できる。この式を用いた場合、耕地面積のシェア（割合）が小さいと多くの標本数が必要と計算されるが、注意しなければならないのはここで計算される標本数は、いわゆる「準備調査段階」で必要とされる標本数であるということである。そこで、この準備調査が机上で行われること、その準備調査の結果から次のステップである現地調査での必要な標本数が分かることを考慮すると、現地調査必要標本数は、必要標本数に耕地面積率を乗じた値となり、この結果、現地調査必要標本数は極めて少なくなるこ

とが分かり、調査の効率性が高い調査手法であることが分かる。これを耕地面積のシェアと目標精度の両者から計算した必要標本数を具体的に示したのが表3である。

表3　耕地面積のシェア別・目標精度別必要標本早見表

耕地面積率	非耕地面積率	目標精度(CV,%)別必要標本数			現地調査標本数		
p	q=(1-p)	3	5	10	3	5	10
0.010	0.990	110,000	39,600	9,900	1,100	396	99
0.020	0.980	54,444	19,600	4,900	1,089	392	98
0.030	0.970	35,926	12,933	3,233	1,078	388	97
0.040	0.960	26,667	9,600	2,400	1,067	384	96
0.050	0.950	21,111	7,600	1,900	1,056	380	95
0.100	0.900	10,000	3,600	900	1,000	360	90
0.150	0.850	6,296	2,267	567	944	340	85
0.200	0.800	4,444	1,600	400	889	320	80
0.300	0.700	2,593	933	233	778	280	70
0.400	0.600	1,667	600	150	667	240	60
0.500	0.500	1,111	400	100	556	200	50
0.600	0.400	741	267	67	444	160	40
0.700	0.300	476	171	43	333	120	30
0.800	0.200	278	100	25	222	80	20
0.900	0.100	123	44	11	111	40	10

4．ドット標本調査法に基づく調査結果

この調査手法を用いて、国内の都道府県、市町村、諸外国を対象とした調査を多数試みてきた。以下はその中のいくつかの事例である。

（1）神奈川県鎌倉市、三浦市、平塚市での調査結果

2011年11月に行った神奈川県鎌倉市、三浦市、平塚市での耕地面積の調査結果（標本数2600）は、図5の通りであった。ドット標本調査はGoogle earth上で行ったもので現地調査は行っていないものであるが、このドット標本調査の結果は、各市町村がGISを用い、必要に応じて現地確認調査を行って調査した全数調査結果である「都市計画基礎調査(2005年)」と非常に近似している。

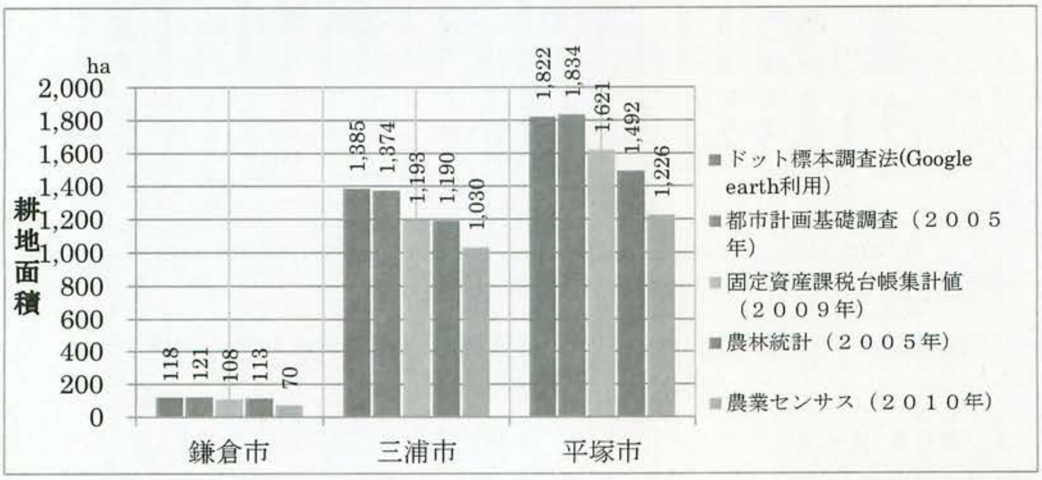

図５：耕地面積の推計結果（鎌倉市、三浦市、平塚市。2011年11月作成）

備考：このグラフの中で、農業センサス結果はいずれの市も共通して小さくなっているが、これは農業センサスでは、規模の小さな農家の耕地面積は調査されておらず、また調査対象となった農家も必ずしも正確に回答してくれないためと考えられる。更に属人調査として行われていることから、市町村レベルで見た場合は出入り作による誤差も考えられる。しかし、農業センサスでは、全体の耕地面積を正しく求めるということは目的にしていないので、このような差についてあまり拘る必要はないのではないかと思われる。固定資産課税台帳の集計値も小さくなっているが、台帳面積に「縄伸び」があったり、台帳上は山林で、現況が耕地であったりした場合にこのような現象が生じると考えられる。農林統計調査とは基本的に一致すべきと考えられるが、農林統計の場合、調査の推計単位は都道府県段階となっており、市町村段階では少ない標本数となり、なかなか正確に推計することが困難とされている。従って、市町村段階ではこの程度の乖離が真値との間で生じることは止むを得ない限界とされている。専門家が見れば全数調査にもドット標本調査にも固有の問題があるかも知れず、真値は一体いくらかという問題になると議論はなかなか収まらないが、ドット法は共同でチェックすることも可能であり、標本数と分布率のデータに基づいて精度計算もできることからかなりのところまで相互の乖離問題を解決できるのではないかと考えている。

（２）タンザニアの調査結果

2012年1月にタンザニアを対象に本手法を用いてGoogle earth 上での土地利用調査を行った(標本ドット数2,368)。図6は、ドット標本調査法による州別土地面積の推計値の正確性をみたものであるが、推計の結果はタンザニアの公式数値と非常に近似したものとなった。

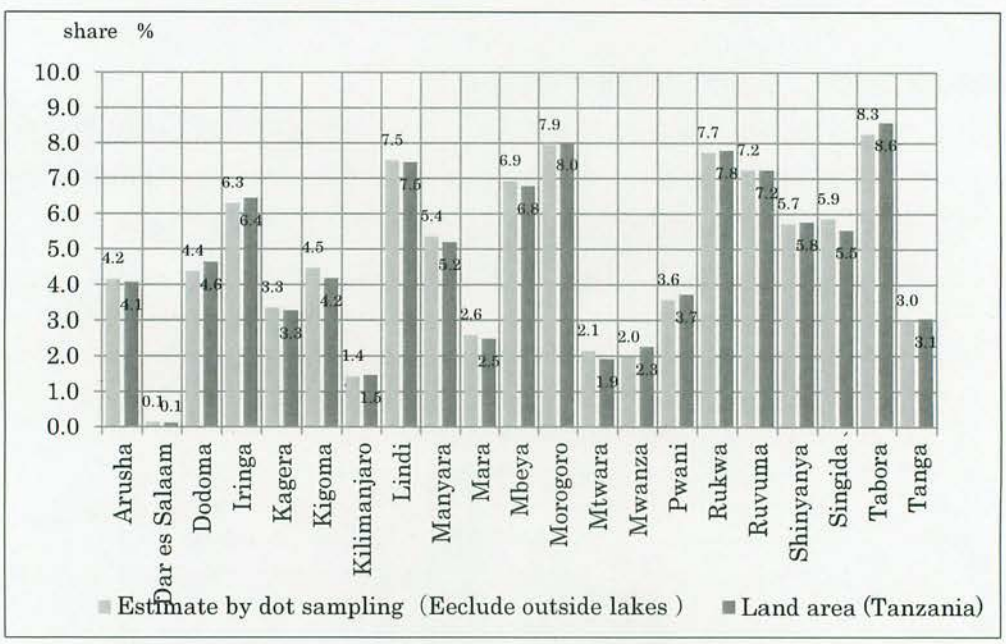

図6：タンザニアにおける州別土地面積の公式値と推計値の関係

図7は、図6を相関図にしたものである。非常に高い相関関係が確保されており、このことから土地利用統計調査結果についても、真値と推計値との間の相関関係は高くなっているものと推定される。

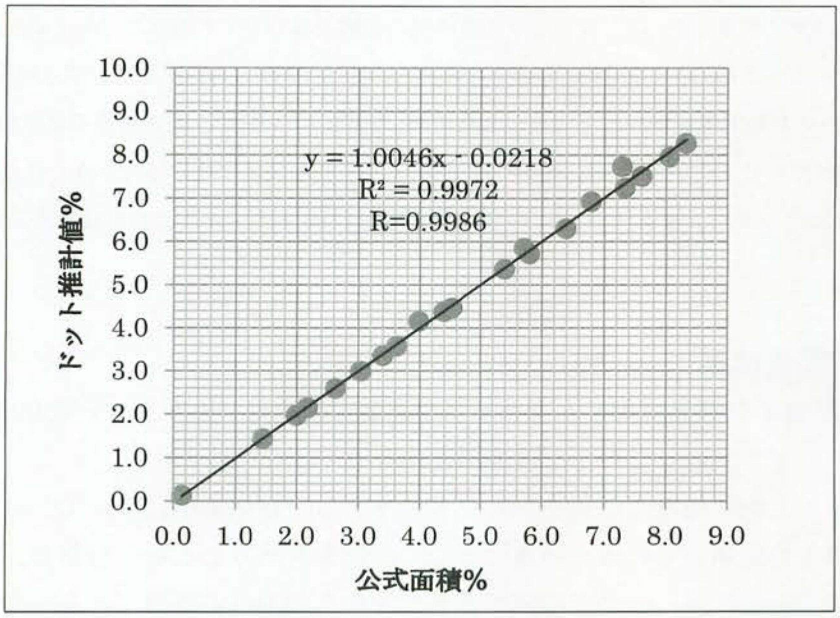

図７：タンザニアにおける州別公式面積とドット推計値の相関図

図８は、同じ標本を用いて土地利用割合を推計した結果である。１地点１項目の調査でありながら、多様な項目についての推計値が得られることが分かる。また、この結果は、図７の結果から正確に推計されることが想定できることから、タンザニアにおける土地利用の実態を正確に表していると思われる。

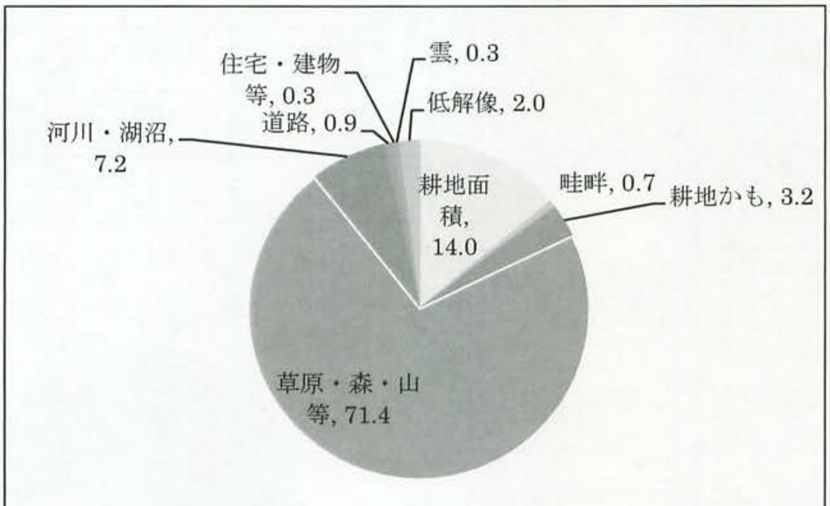

図８：タンザニアにおける土地利用割合(%)

備考：タンザニアのケースは、ドット標本調査法を開発して間もない頃の調査結果である。この当時はまだ、Excel シート上で発生させたドットを Google earth へ表示するマクロを開発しておらず、１標本ずつ手入力で表示させていた。この手作業は大変な作業であったが、このドット標本を Google earth 上にマクロで一括表示できるようにしたのは、2012 年 10 月であった。また、当初の段階では、ドット間の東西間の距離計算は、各ドットの緯度を考慮して計算すべきところ、対象地域のほぼ中央地点の緯

度から簡便に計算していた。各ドットの東西間の距離計算を全ての標本について緯度上の位置を考慮して計算するようにしたのは 2013 年 2 月であった。更に、これら Excel 上での標本地点作成作業、Google earth への自動配置を連動するようにしたのは、2013 年 11 月で、調査結果の集推計作業のマクロ化を完成させたのは 2013 年 12 月であった。これにより当初の段階に比べるとかなり快適な調査システムとなった。その後も改善を続け、2014 年 9 月段階では改善すべきところはほとんど改善することができた。

（３）タイの調査結果

2013 年 8 月にタイを調査対象として行った準備調査の結果（標本ドット数 999）は、表４、５及び図９、１０、１１の通りである。現地調査は行っていない。

表４は、タイの土地利用調査結果を示したものである。耕地面積について、田、畑の面積のみならず、山中畑、魚養殖田等特殊な項目についての調査を試みたことも分かる。カテゴリーの設定で自分の興味のある項目について推定できることもこの手法の特色である。図９及び図１０はこれらの結果を土地利用図、土地利用割合グラフとして描いてみたものである。

表４：Google Earth 上でのタイの土地利用

土地利用区分		Dot度数	率(%)	面積(ha)	標準誤差	CV
耕地面積		517	51.8	26,554,859	1.58096	3.1
耕地面積内訳	耕地　畑・樹園地	246	24.6	12,635,387	1.36307	5.5
	田 (Major rice)	184	18.4	9,450,859	1.22642	6.7
	山中畑	5	0.5	256,817	0.22327	44.6
	畦畔・耕地内樹木	43	4.3	2,208,625	0.64212	14.9
	樹園地かも	32	3.2	1,643,628	0.55711	17.4
	魚養殖田	7	0.7	359,544	0.26391	37.7
山・森・草原・河川・湖沼		451	45.1	23,164,877	1.57446	3.5
住宅・道路・工場		27	2.7	1,386,811	0.51306	19.0
雲・その他・不明		4	0.4	205,453	0.1998	49.9
合計		999	100.0	51,312,000	…	…

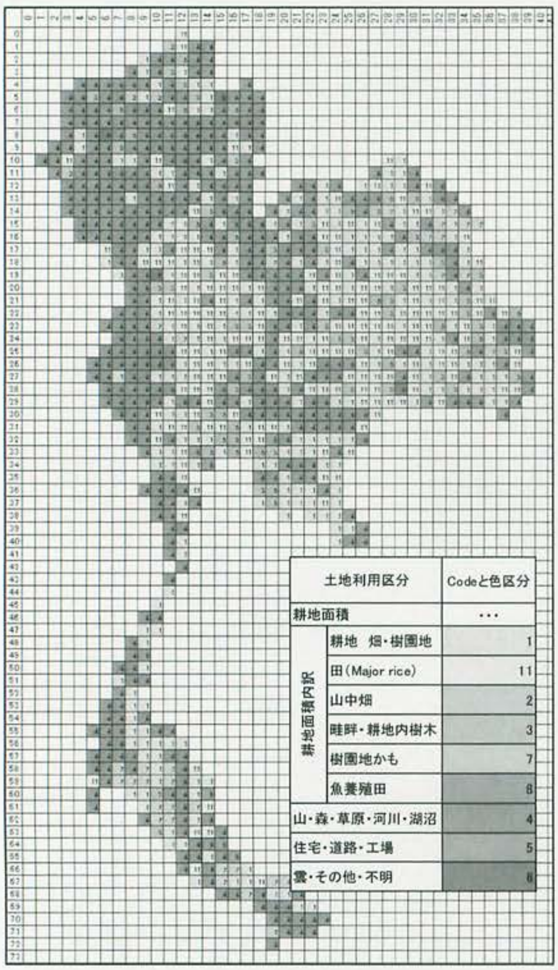

図９：タイにおける土地利用区分図

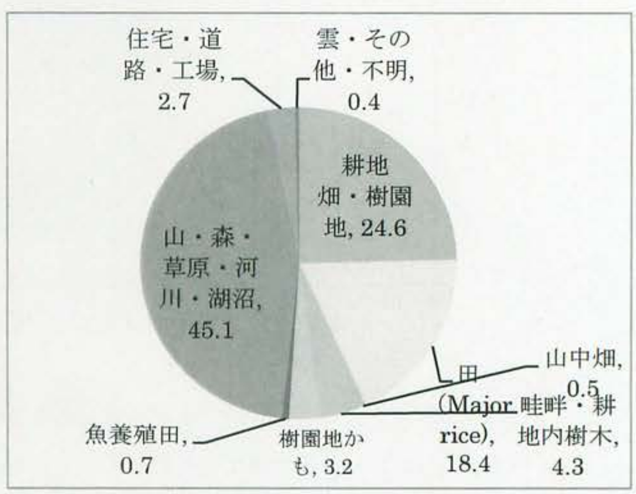

図 10：タイにおける土地利用割合

表５は、ドット標本調査結果から作成した表９から水田の本地と水田の畦畔・樹木等を再集計

し、畦畔等を含む水田面積を推計したものである。本地は 945 万 ha、畦畔等は 159 万 ha、水田面積は 1104 万 ha となった。

図 11 は、このようにしてドット標本調査法で推計した水田面積とタイの公式統計での Major rice の作付面積（2011 年）を比較したものである。タイの作付面積には畦畔面積等が含まれているといわれており、このことを考慮して比較するとやや低く推定されているが、ドット標本調査結果には標本誤差が含まれており、現地調査をしていないものである。また、Google earth 上でのカテゴリー判定は、2 年余りタイに住み作物統計調査に従事した JICA 専門家の経験があるとはいえ筆者一人で行ったものであり、現地の専門家からチェックしてもらったものではない。そのことを考慮すると過少、過大推計について結論を出すには早計と思われる。しかし、ここで得た結果は、このような方法で比較すれば、各国での統計値がどの程度信頼できるものであるかどうか客観的に判定できることが示唆されていると考えている。

なお、畦畔率（畦畔面積等/水田面積）は、14.4%と推計される。この値については、タイの中央平原の水田状況から見るとやや高いものとなっているが、北部、東北部、南部等の水田状況を含めて判断すると妥当な推計値ではないかと考えている。

表５：水田面積の推計（田＋畦畔等）

区分		Dot度数	率(%)	面積(ha)	誤差	CV
水田	本地（Major rice）	184	18.4	9,450,859	1.2	6.7
	畦畔・樹木等	31	3.1	1,592,264	0.5	17.7
合計		215	21.5	11,043,123	1.3	6.0

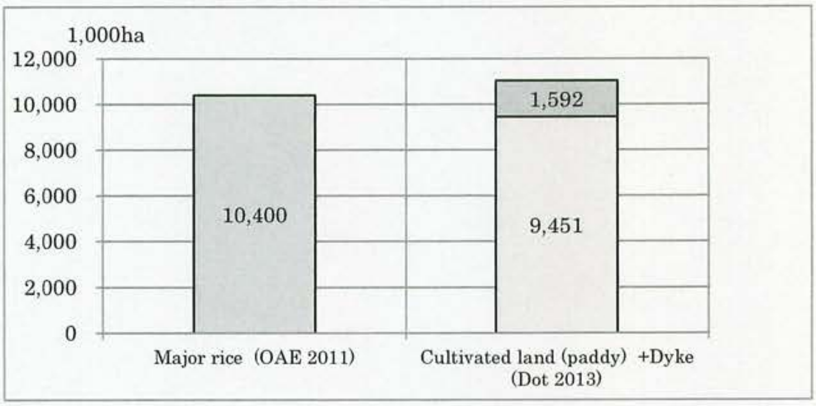

図 11：推計結果と公式統計との比較

（４）マダガスカルの調査結果

2013 年 8 月にマダガスカルで行った調査結果は、表６、表７、図１１、図１２の通りであった。標本数は、6,000 で設計したが、実際に配置された標本数は 6,064 であった。設計値よりやや多く配置されたのは、マダガスカルの面積に問題があるのではないかと推定している。面積は全国値と州別合計も合っていないからである。

表６：マダガスカルの土地利用面積

区分	コード	ドット数	シェア(%)	標準誤差	CV	推定値(ha)
非耕地	1	5478	90.3	0.379	0.4	53,031,087
耕地（畑）	2	269	4.4	0.264	6.0	2,604,119
畦畔（畑）	3	27	0.4	0.085	19.2	261,380
水田	4	105	1.7	0.168	9.7	1,016,478
畦畔（水田）	5	22	0.4	0.077	21.3	212,976
暫定（分類不明）	8	137	2.3	0.191	8.4	1,326,261
低解像	9	26	0.4	0.084	19.6	251,699
合計		6064	100.0	…	…	58,704,000

図１１：マダガスカルの土地利用図

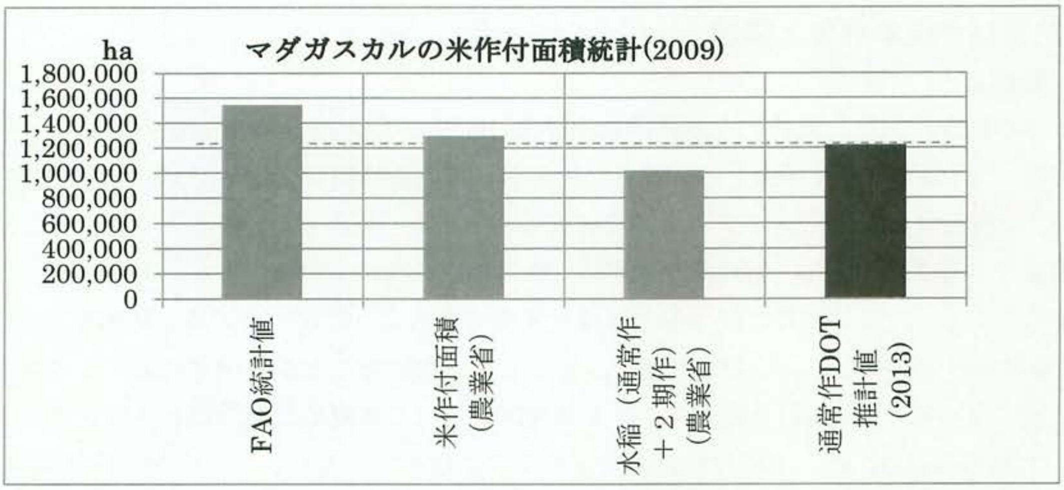

図 12：ドット推計結果と公式統計(2009)との比較

図１２は、米の作付面積についてドット標本調査による推計結果と公式の統計値を比較したものである。米の作付面積といってもドット標本調査の推計値は、圃場の形状から水田であろう、水田には通常作（high season）の米が作付されるであろうという前提で推計した値で、陸稲(Upland rice)及び 2 期作(Second rice)の面積を含んでいないものである。公式統計値は、これらを含んでいるものである。水稲は、通常作 と 2 期作を合計したものである。これらの面積の中には、畦畔面積が含まれていると思われる。比較の評価については、標本誤差を考慮しても公式統計値はやや過小推定になっているのではないかと考えられるが、ここに示したドット標本調査結果のデータは、タイの場合と同じく準備調査段階で得たものである（Google earth 上での数値で、まだ現地調査を行っていないもの）ことから、断定することはできない。ドット標本調査を行ったのは 2013 年 8 月であったが、調査比較年を 2009 年としたのは、Google earth 上の標本地点の画像取得年次が 2009 年と推定[3]されたためである。

表 7 は、図１１のデータを基に標本ドット数を州別に集計したものである。

表 7　マダガスカルにおける州別・カテゴリー別ドット標本数集計表

	Non-Cultivated land	Cultivated land (Upland)	Dyke (Upland)	Lowland(paddy)	Lowland (Dyke)	Tentative	Low resolution	Total
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
Total	5,478	269	27	105	22	137	26	6,064
Antsirana	406	14	1	1	0	9	2	433
Antanararivo	408	106	10	30	7	37	3	601
Mahajanga	1,521	22	3	17	2	17	6	1,588
Toamasina	671	18	2	18	4	9	7	729
Fiararantsra	891	50	9	27	7	38	6	1,028
Toliara	1,581	59	2	12	2	27	2	1,685

図 13 マダガスカルの州区分(ｳｨｷﾍﾟﾃﾞｨｱ)

3 Google earth の画像はいつ取得されたものか表示されている。マダガスカル全体の平均画像取得年次を推定するため、別途 100 標本抽出してこの Google earth の画像取得平均年次の推定調査を行った。

５．要約及び今後の展望と課題

（１）要約

ドット標本調査手法は、伝統的な属性調査法と Excel 及び Google earth を組み合わせた調査手法である。これまで高度な手法とされてきた従来の日本の面積調査と同じ「対地標本実測調査」であるが、それとは異なったタイプの単純な調査手法である。しかし、客観的かつ効率的に面積調査を実施できる手法である。特に母集団編成、標本抽出段階において、フレームは設定する必要がないことから、大幅な経費節減と労力軽減を実現できるようになっている。現地調査段階では、調査項目がひとつであり、しかも計測を必要としなくなったことから測定に関する非標本誤差が生じ難くなっている。推計段階では、標本調査法に基づく客観的な推計値と精度計算結果が得られ、土地利用図が作れ、多項目推計ができるようになっている。システムの操作も簡単で、誰もが短時間で習得できるものである。

（２）発展的可能性

このような単純な調査でも広範囲の調査をすることは、費用と労力の面から現地調査がネックとなり、個人的に実施することは現実的には不可能である。しかし、全体的な体系の中では準備調査と位置づけている Google earth 上の土地利用調査に限定すれば、多少のタイムラグはあるものの個人でも居ながらにして国内各地のみならず諸外国の土地利用調査までスピーディにできるようになった。更に Google earth は、時間スライダーのボタンを持っており、この機能を使うと過去に遡及して土地利用調査ができる。広範囲について同一時間に遡及することはできないが、市町村単位程度であれば、それが可能であり、過去からのパネル調査を実現できることとなっている。また、調査地点で複数項目の属性調査を行い、毎年・毎季節の継続標本調査とすれば、ピボットテーブルを用いての空間的・時間的クロス集計も可能である。また、「点」で調査するこのドット標本調査手法は奥が深く、単収調査のための坪刈調査への応用等様々な調査上のアイデアを提供してくれている。

このドット標本調査手法に関連している Google earth の改善・発展はもちろんのこと、伝統的な統計調査手法、ビッグデータ、オープンデータ、リモートセンシング、GIS、GPS、スマートフォン、タブレット等の利用に関する新たな研究動向にもめざましいものがある。それらのイデアや手法を学ぶことにより、本手法の更なる発展も期待できると思われる。

（３）普及の状況

このドット標本調査手法については、JICA 集団研修の中で 2011 年以来毎年紹介してきているが、2012 年になって FAO（国連食糧農業機関）からも注目され、APCAS（FAO のアジア太平洋地域事務所）や専門家会議等でのプレゼンがなされるようになってきた。2013 年には農林水産省の ODA 予算により、セネガル、ナイジェリア、マダガスカルで米面積調査がパイロット的に実施されている。また、本にも紹介された（齋藤昭編著（京都大学特命教授、農林水産省前統計部長）『「農」の統計にみる知のデザイン』2013 年 4 月農林統計出版）。更に、2014 年になってからは経済統計学会の中でも関心が示された。

（４）普及への課題

このような新しく単純な面積調査手法が多くの国々や地域に実際に普及していくためには、「調査技術論」だけでは解決できない多くの課題（余りに簡単過ぎる手法であることや、伝統的手法からなかなか抜け出せない傾向がある等）があるが、更なる普及に努めて参りたい。

６．謝辞

このドット標本調査手法の開発にあたっては、多くの方々との幸運な出会いがあり、多くのご協力を頂いた。特に 2011 年の JICA 海外集団研修のカリキュラム検討過程でこのドット法のアイデアを提供され、その後もいつも激励して下さっている農林水産省の上倉健司氏（現 JICA 専門家）、2012 年にタンザニアで初めて出会い、Excel sheet 上に作成したドット標本をマクロで KML ファイルを作成し、Google earth 上に一括表示できるようにして頂いた JICA 専門家の Hakan Yuksel 氏、2013 年に標本抽出作業の一連化、集計表の作成処理段階でのマクロ作成をご指導頂いた農林水産省の三宅康弘氏、2014 年に系統抽出以外の標本抽出法とモンテカルロシミュレーションについての示唆を与えて頂いた農林水産省の空閑信憲氏のご協力がなければ到底ここまで完成させられなかったと感謝している。また、本手法が、海外諸国、FAO 等の国際機関でも知られるようになったのは、JICA 海外集団研修の外、JICA の M&E プロジェクト（タンザニア）、農林水産省の ODA 予算により米統計改善に取り組むアフリカライス、国連機関である FAO 本部や FAO アジア太平洋地域事務所等に勤務する多くの方々からこの新しい調査手法に深い関心を頂いたお蔭であり、関係者の方々に深く感謝している。

最後に、最近、関心が深まってきている「位置情報と統計分析」との関連において、この Google Earth を利用したドット標本調査手法について、「統計調査段階における位置情報の利用」という視点から関心を頂き、経済統計学会での発表を勧められ、また、このような形で、日本統計研究所のオケージョナルパーパーとして編集してして下さった森博美法政大学教授に心から感謝申し上げたい。

2014 年 10 月 1 日

[参考文献]

齋藤昭編著　　2013 年 4 月　農林統計出版　「農」の統計にみる知のデザイン　P. 368-376

大沢・渡部・広田・石田訳　昭和 27 年(1952) 11 月　東洋経済新報社　イェーツ標本調査論

Frank Yates 1949　London　CHARES GRIFFIN & Co LTD　*SAMPLING METHODS for CENSUS AND SURVEYS*

津村善郎　1956 年 6 月　岩波書店　標本調査法

神宮司一誠　Google Earth を利用したドット標本調査法による土地利用面積調査について 2014 年 9 月　『第 58 回全国研究大会報告要旨集』経済統計学会　P. 87-88
http://www.jsest.jp/jp/taikai/2014/2014proceedings.pdf

Kenji Kamikura. Senior Statistician, Statistics Department Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries of Japan. (FAO APCAS 24 Document, October 2012) *Estimation of Planted Area using the Dot Sampling* Method 1-2,4
http://www.fao.org/fileadmin/templates/ess/ess_test_folder/Workshops_Events/APCAS_24/Paper_after/APCAS-12-21-_Planted_Area_using_Dot_Sampling.pdf

Kenji Kamikura. Senior Statistician, Statistics Department Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries of Japan (AfricaRice, Cotonue, Benein, March 2013). *Package of Agricultural Production Survey*
http://cars.adb.org

Issei Jinguji. Agricultural statistics. JICA expert. (Dec 2012), *How to Develop Master Sampling Frames using Dot Sampling Method and Google earth*
http://www.fao.org/fileadmin/templates/ess/global_strategy/PPTs/MSF_PPTs/5.MSF_Dot_sampling_method_on_Google_Earth_Jinguji.pdf

Issei Jinguji. (Feb 2014) *Dot Sampling Method for Area Estimation*
http://www.fao.org/fileadmin/templates/rap/files/Project/Expert_Meeting__17Feb2014_/P1-1_Dot_sampling_method_for_planted_area_estimation_using_Google_earth__land_use_survey_FAO_RAP_17_Feb_2014.pdf

Improving Food Security Information in Africa AfricaRice & Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries, Japan. (July 2013) *Rice Production Survey using the Dot Sampling Method and Google Earth*

Nobunori Kuga. Senior Statistician, Statistics Department, Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries of Japan. (January 2014)　*An Experiment on Accuracy and Precision of Dot Sampling Method*

Google 社　Google earth (フリー版)

別添　参考資料

ドット標本調査法の特色

ドット標本調査法の特色は、これまでの「対地標本実測調査法」に比べても「面接調査法」に比べても効率的である。精度も必要な標本数を調査することにより、調査精度も十分に確保される。これまでの調査に比べて、非標本誤差がほとんど生じないと考えられる。

EU のポイントサンプリング方式に比べても効率的である。EU でパイロット調査という位置づけで行われているポイントサンプリング法は、標本をポイントで抽出しながらも伝統的な調査手法に拘っている傾向がみられ、標本抽出段階（階層分け・2 段抽出法の採用)、実査段階（定義分類の複雑さ、クラスター標本の採用)、推計段階（精度計算）においても手順が複雑となっており、必ずしもシンプルで効率的な手法とはなっていないからである。これに比べると、ドット標本調査法は、調査の設計、調査、集計の各段階の業務内容が非常にシンプルであり、人材育成に要する時間もほとんどかからないと考えられる。また、ドット標本は、当然のことながら坪刈調査をしたい作物に当った標本のところで、坪刈等による単収調査もできる。単純平均値は推計値となる。

このドット標本調査法の特色を作付面積調査の工程に沿って整理すると、下の表のとおりである。この新しい面積調査方法は、従来の面積調査において、課題とされてきた多くの事項を解決していることが分かる。

ドット標本調査法の調査工程別検討表

調査工程	ドット標本の役割、意義	備考
母集団編成	調査対象地域について、標本調査用の抽出単位を編成することを、統計調査の専門用語で「母集団編成」という。ドット標本調査法は、Google earth 上で、ドット標本を直接抽出する方法であることから、従来の「母集団編成」という概念がなくなり、これに要していた莫大な時間と労力が全く不必要となった。また、Google earth は、Web 上でフリー版が提供されており、従来の地図データの購入・利用費が不要となり、ここにはほとんど経費が掛からないこととなった。 Google earth を利用することについて、使われている地図の新しさや更新頻度が問われることがあるが、作付面積調査に利用する場合は、地図の新しさそのものはあまり気にしなくてもよい。古くても標本地点に行き、標本地点が特定できるだけの新しさが備わっていれば十分と思われる。標本地点が住宅地に変化していたり、耕作が放棄されていたりしていたとしてもそのことだけで、地図が古い、使えないと判断する必要はない。実際の Google earth は比較的新しく、更新頻度も高いので、作付面積調査に支障が生じることはほとんどない。 なお、ドット法は属性調査法であることから、ポイントクラスタ	EUのＬＵＣＡ

	ーサンプル型の調査やメッシュフレーム型の変量調査法に比べて母変動係数が大きくなり、従って必要標本数が多くなり、調査の効率や精度から問題があるのではないかと思われがちである。そこで、様々な大きさのメッシュフレームを作成し、母変動係数の変化をみたところ、メッシュを大きくすることにより母変動係数は緩やかに小さくなるものの、著しく小さくなることはなかった。また、この傾向から、メッシュフレームを限りなく小さくして行けばドットフレームの母変動係数と一致することも容易に想像できることから、ドット標本調査において、必要標本数が大きくなるという懸念はないと考えている。ただ、耕地面積調査を想定した場合、耕地面積率の小さいところでは、多くの必要法本数が計算されるが、後述するように現地調査必要標本数はそれほど大きくならないので、心配ないと考えている。 日本の農水省のエリアフレームはメッシュフレームであるが、田及び畑面積を補助変量とする比推定法を採用しているため、耕地面積、水稲作付面積については著しい設計効果を実現している。反面、比推計効果が出にくいその他の作物では、推計を行っていない。	Sでは、「線フレーム」のテストも行っている。どのような結果になったかは承知していないが、メッシュフレームの場合と同じ傾向となるのではないかと考えている。
階層分け	階層分けは、標本数を節約したり精度を向上させる意義を持つが、ドット標本調査の場合、調査対象地域全体に、無作為系統抽出法で標本を配置するため、特に階層分けをして、精度の維持を図る必要性はなくなった。また、ドット標本調査では、作付面積調査を行う場合、個々の標本単位に現地調査が必要な標本と必要でない標本を予め Google earth 上で予備調査することが可能である。この予備調査を事前に行っておくと現地調査に要する時間、労力、経費が大幅に節約できることになる。なお、この過程における調査の工夫をすることで、土地利用調査ができるという面も持っている。	階層分けの目的 表章単位 調査管理 精度向上
標本抽出法	標本抽出法として、一般的には2段抽出法が採用されることが多い。この理由は、リスト作成に必要な労力を削減して、標本抽出の効率を上げるためである。ドット標本調査の場合、そもそもリスト作成の必要がなく、標本はプログラムで自動的に抽出されるので、2段抽出をする必要はない。1段抽出法となるため、推計式は非常に単純となり、しかも精度は高くなるメリットを持っている。	
必要標本数	ドット標本調査に必要標本数は、調査の対象となる作物の作付分布率と目標精度を考慮しながら、統計的に決定するが、予算、労力に配慮し、実行可能な調査規模にすることが重要である。ドット標本調査には多くの標本が必要と考えられることが多いが、調査結果の精度は必ず計算できるので、まずは実行可能な標本規模を定めて調査することが重要である。 属性調査の場合、変量調査の場合と異なって、おおおよその作付分布率が分かっていれば、必要標本数の計算ができるので、調査の設計がしやすいことも特色のひとつである。	

	作付率と目標精度から検討する必要標本数の早見表は作成済みである。調査項目によっては現地調査必要標本数も計算できる。	7ページ参照。
抽出間隔	必要標本数を決めると、次に抽出間隔を決める必要がる。この場合、調査対象地域の面積（管内面積）を必要標本数で除し、その値を√で開くと抽出間隔となる距離が計算される。この距離についての抽出間隔を、緯度、経度間隔に換算して、抽出間隔を計算した。この場合、緯度により経度間隔の距離が異ならないように緯度、経度を組み合わせた標本抽出表が生成されるようにした。	
標本抽出	ドット標本調査法における標本抽出は、上述のようにExcel上で緯度と経度と組み合わせて抽出するので、非常に効率的になった。従来のように、母集団編成過程で作成される抽出単位のリストの存在を前提としない抽出法であるためである。 ドット標本調査法では、Google earth 上における標本ドットの位置をピンで示しておく必要があるが、この作業は、別途作成した"Yuksel"というプログラムによりExcel上の標本抽出一覧表から直接的にGoogle earth上に標本名称付のピンを表示できるようになったことから、標本抽出作業が非常に簡素化された。 また、ドット標本は、固定しておいても農家等に迷惑がかかるようなことは皆無であることから、一度抽出した標本は固定して数年間、あるいは半永久的に主要することが妥当と考えられる。	Yuselプログラムは本調査用に開発されたもので、億劫になりがちな標本抽出作業の問題を一気に解決した。IT専門家のHakanYuksel氏が作成。（2012年10月）。
標本通知	抽出した標本の位置を地方に知らせる手段としては、ファイル化された標本地点を調査担当者にメールで送る手法とHP上で閲覧できるようにしておく手法の二つを考えており、従来の調査のように印刷して配布する必要はなくなったので、ここでも大幅な労力軽減ができることとなった。	
調査表	ドット標本調査における調査表は、1調査地点における調査項目数が1項目であり、その地点に作付けされている作物名（作物コード）を記入するだけであるので、調査表は極めて簡単なものとなる。このため数年間は使えるような調査票にしておくことが考えられる。 調査表に関連して、調査項目をどのように設定するかの問題がある。できるだけ多くの作物コードを準備した方が面白いのではないかと考えている。	
実査の時期	実査の時期は、作季に合わせて決める必要がある。年2回調査しなければならない場合も生じる。	
実査	実査には地図と調査票を携行して行く。この場合、地図読みの技術と標本地点に行って実際に調査を行うという使命感が必要となる。標本を固定すれば、初年度の調査では、調査地点の特定に困難があるかも知れないが、2年目からは調査地点に行くことも簡単になると思われる。地図の解像度が低い場合は、調査が困難となるが、その場合は、調査不能としてもよい。 ドット標本調査は、農家面接も実測も必要としないことから、調査地点の農家に迷惑をかけることもない。	

	作物の確認が取れればよいだけであるので、多少離れたところからでも実査ができる。田畑の地形が複雑であっても、斜面になっていても問題はない。混作の場合は、混作されているそれぞれの作物名を調査記入することで解決される。ウェートは考えない。なお、Google earth には、標本地点に行くルートをナビゲートしてくれる機能が備わっており、これを利用すると便利である。GPS 内臓のスマートフォン等を使うと更に便利となる。 実査の最小単位をどうするかも興味のあることである。農水省の約束事項では 1a 以上の耕地集団を対象とするとしているが、ドット標本調査の場合、リスト作成の必要がないので、そのような下限を設定する必要性は低い。屋敷内畑（キッチンガーデン）等の面積把握も可能である。下限を設定する必要性がないことの意義は大きいかも知れない。	
集推計	ドット標本調査の推計式、及び精度計算式は、二項分布の場合と同じ式であり、計算式が非常に簡単になっている。 集計は、Excel を用いて行う。集計項目が少ないので、特にプログラムを作成して集計する必要はないと考えられる。調査、集計項目は少ないが、作物の作付面積については、栽培されているほとんどの作物が出現する可能性があり、希少作物などの動向も分かる可能性がある。推計される作付面積は、畦畔面積と区別して推計できる。このことは、坪刈による単収推計を行う時に都合がよい。なお、個々の作物の作付面積を推計するには、調査対象地域の面積（管内面積）が必要となる。これについては、別途公式値を入手する必要がある。公式値がなければ、プラニメータ等を使って、プリントした Google earth 上で求積する必要がある。プラニメータがない場合は、Web 上の求積アプリ（Google planimeter 等）の使用、ヘロンの公式等を使った求積、1ドット当り面積からの推定が考えられる。境界線が分からない場合は、統計調査上の境界線を暫定的に描く必要がある。	この調査における特別の集計システムを作成する必要はなく、エクセルの基本的な集計機能を利用するだけで十分と考えていたが、アフリカでのパイロット調査が開始されたため、統一化の観点から集計システムを作成した。(2013 年 12 月)
分析	継続標本にしておくと、土地利用の移動、作物栽培のローテーションが分かるので、データ蓄積を図りつつ、そのような視点から分析を行うことが望ましい。	
単収調査との関連性（1）	現地調査で各標本地点において栽培されている作物名が分かる。坪刈調査を行う必要がある作物については、この地点で坪刈を実施することもできる。いずれの作物もそこでの坪刈結果の単純平均値がそのまま対象地域の推定単収となる。坪刈が予算等の都合でできない場合は、その付近の単収を周辺農家から聞き取る手法に替えても同様のことがいえる。単収調査のための特別の抽出枠とリストを作成し、そこから改めて確率比例抽出作業を行う必要はない。このようにドット標本調査法は、単収調査の面でも威力を発揮する。 単収調査をする場合の標本数の決め方については、単収についての分散を推定し、別途定めた目標精度との関係で決めるのが通常である。この場合、例えば水稲の場合、坪刈に必要な標本数と面	

	積調査で出現する水稲に当っているドット標本数は必ずしも一致せず、坪刈標本数が多くなる時もあれば少なくなる時もあることが想定される。このような場合は、面積調査で出現した標本数で実施するか、必要度合に応じて、増減調整を行う必要がある。その増減調整の方法は、別途の機会に説明する。一般的に考えると単収の分散は比較的小さいので面積調査で出現する標本数の中で確保されるものと思われる。作付率の小さい作物では確保が難しい場合があると考えられる。単収は主産地で実施することを考えると、別途単収調査用の標本を抽出することも考えられる。	
単収調査との関連性（2）	なお、ある県や市町村で水稲の坪刈調査をする場合、これまで上の説明では、面積調査の結果を利用して、水稲に当ったドット標本で坪刈を実施するという方法であった。しかし、この方法では、坪刈調査としての標本数を独立に抽出できないことになる。 そこで、標本数を例えば 30 とした場合に、当該市町村（例えば新潟市）から 30 の標本を抽出する方法は、本文 5 ページの図 3 の中の表に示した対象地域の面積の欄に水稲作付面積（当年の面積が分からない場合は前年のものでもよい）を記入し、標本数の欄に抽出したい標本数、例えば 30 と記入し、その市町村の範囲、若しくは水田ある地帯の範囲を緯度・経度で面積調査の場合の同様に指定すれば、水稲のあるところに 30 の標本が当っていることになる。確率の問題であるから、きっかり 30 にはならないかも知れないが、この手法を知っておくと他の作物の坪刈を含めた応用ができると考えられる。 [参考：5 ページの図 3 の中の表参照]	

T-1 Basic data to generate sample dots (Sampling Design)

Target area	Size of the Target area km^2	Sample size	Starting point (latitude)	Starting point (longitude)	Finishing point (latitude)	Finishing point (longitude)	Interval in km (depend on (3))
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)=√((2)/(3))
Niigatashi suito	*254.00*	*30*	*38.0399*	*138.75*	*37.698*	*139.331*	**2.90975371**

対象地域の範囲は分かっているものとする。対象地域の範囲は市町村界でなくとも対象水田の分布する範囲を含むように指定してもよ

坪刈対象作物の必要標本数を記入する。この地域で２０の標本を抽出したい時は、30 と記入する。

本来、対象地域面積（管内面積）を記入することを想定しているが、坪刈対象作物の面積を記入する。例えば、この地域には約 8 ha の水稲作付面積があるので、ここに 0.08 と記入する。

オケージョナル・ペーパー（既刊一覧）

オケージョナル・ペーパー　No.44

2014年10月1日

発行所　法政大学日本統計研究所

〒194-0298　東京都町田市相原4342

Tel　042-783-2325、2326

Fax 042-783-2332

jsri@adm.hosei.ac.jp

発行人　森　博美

再生紙使用 VEGETABLE OIL INK