講演

サンプリング

—— データのとり方 ——

谷 浩明¹⁾

Lecture : Sampling

Hiroaki Tani, RPT¹⁾

1)Dept. of Physical Therapy, Chiba College of Allied Medical Sciences

100 Hanawacho Chiba-city Chiba 280, Japan. TEL 0472-66-9002.

J. Exerc. Physiol. 6(3):115-119, 1991. Received July 15,1991.

ABSTRACT

It is the initial step in every clinical research how to select the samples from the population, that is, sampling, and the next important step is to analyze data obtained from those samples. A system sampling is introduced here using a couple of familiar cases. Several methods for analyzing data that have appeared in this journal for the last five years with the aim of elucidating problems in the application.

Key Words:statistical method, sampling

要旨

対象とする母集団からどのようにサンプルを抽出してくるか、これは、我々が臨床研究を行おうとすると最初にぶつかる問題である。また、抽出したサンプルを測定することによって得られたデータから何がわかるのかといったことも非常に重要である。本稿では、この2つの問題をとりあげる。サンプリングに関しては身近な例を用いて系統サンプリングの方法を解説する。データを得た後の処理に関しては、過去5年の運動生理の論文でどのような手法が用いられているか調べることから、手法を用いるうえでの問題を明らかにする。

キーワード：統計的手法 サンプリング

1)千葉県医療技術大学校理学療法学科：千葉県千葉市花輪町111（〒280）

TEL 0472-66-9002.

運動生理 6(3):115-119,1991.

受付日1991年 7月15日

1. はじめに

敬愛する友人F氏によれば、理学療法士学会が行われている都市を往来する人々の中から、理学療法士を見つけるのはそんなに難しいことではないと言う。彼はその見分け方を「学会でのPT3原則」と呼び、教えてくれたのだが、これがどうしてなかなか信頼性の高い方法で、思わず笑ってしまったことがある。その見分け方の原則とは1)ショルダーバッグをかついでいる2)背広を着ていながら白い靴下をはいている3)ネクタイの結び方がどこか変というものである。もちろん4~5年前の話なので、最近ではあてはまらない項目、もしくは新たに加わった項目もあるかも知れないが、読者の中にはこの原則に苦笑いして同意してくれる方も少なくないのではないかなと思う。

さて、この原則を聞いたときの笑いというのは、かなりの確率でそういったPTに遭遇したことがあるといった経験から誘発されたものであろう。すなわち、我々は、「全部が全部その原則に従うわけではない」ことを認めたうえで、自らの経験に基づいて、もしくは他のものと比較して、この原則が「かなりの確率」で「あてはまる」と判断して笑っている。これは、我々の意志決定が、過去の経験等から導かれる確率によって行われているといいかえることもできる。ここでの例における判断は、かなり経験的、主観的なものに支えられている（とくに3つめの原則などはそうであろう）が、統計的手法はこの判断を数学的に助ける道具のひとつとしてとらえることが出来る。

2. データについて

我々が測定することによって得るデータというのは、計量値と計数値に分けることが出来る。計量値は連続した量のこと、計測す

る機器の測定精度を向上させれば、より細かく計測することが可能な量である。たとえば、酸素消費量、歩行速度等がこれにあたる。これに対し、計数値とは1つ、2つというように数える形の離散量のことを示す。先の原則1)を考えた場合、学会にきているPTの人数というのは計数値、ショルダーバックを持っているPTの人数というのも計数値である。したがって、学会にきているPTのショルダーバック率（＝ショルダーバックを持ったPTの数／学会にきているPTの数）といった値を考えるとすれば、これも計数値ということになる。

心拍数というのは、基本的には1拍、2拍といった数え方をする点からは計数値ととらえるべきだろうが、R-R間隔を測定しているという立場にたてば、これは計量値ととらえることができる。一般に我々の分野において、心拍数は計量値的な取扱いがなされている。

我々が測定することによって得たデータはすべてばらつくという性質を持っている。管理された状態で測定を繰り返した場合、計量値のばらつきは正規分布に従うとされている。計数値の分布としては二項分布、ポアソン分布などがある。

3. サンプリングについて

さきの原則2)は、実際どのくらいあてはまっているのだろうか？これを確かめるには、次の2つの方法が考えられる。ひとつは、学会に来たPT全員に「ちょっとあなたの靴下を見せてください」といって、靴下を調べる方法である。これは、最も確実な方法であるが、時間、労力、費用がかかる。もうひとつは学会にきているPTという母集団から何人かのサンプルを取り出して調べる方法である。この方法であれば、たとえば、学会会場で20人をつかまえて調べればよいということになり、

先の方法にくらべると、ずっと経済的で実際的でもある。こうして取り出した20人のサンプルから得られるデータをもとに、「学会にきているPT」という母集団を推測するわけである。ただし、問題になるのは、つかまえた20人というサンプルが母集団を十分代表しているかどうかである。あなたが、たまたま知っている職場の先輩、同僚ばかり20人集めたとしても、それは母集団を代表しているといえるだろうか。たとえば、あなたの知っているPTが、トレンド・ドラマに出てくるような連中ばかりだったとするとどうだろうか。多分、背広に白い靴下をはいている人などいないため、あなたは原則2)が間違っているという判断をくだすに違いない。逆にあなたの友人が、そういったことにはまったく無頓着な連中ばかりだとしたら、その実際の姿よりも原則2)が高い確率であてはまると判断してしまうだろう。

このようにサンプルの集め方が偏ってしまうと、正しい推測が困難になってくる。こういった危険を避け、「母集団を十分代表するサンプル」を抽出する方法としてよく知られているのが、ランダムサンプリング（無作為抽出法）である。これを行うには、学会会場にきている会員の会員番号のチップを作り、袋の中に入れ、よくかき混ぜたうえで1人づつ20人分取り出したり、ちょうど宝くじの抽選の時のように、会員番号の桁数分だけルーレットを用意して、20人分の会員番号を抽出するなどの方法をとることで可能である。

ところが、実際に全体からランダムサンプリングを行うのは非常に困難を伴うため、一定の間隔で抽出を行う系統サンプリング（systematic sampling）という方法がとられることもある。さきの原則を例にとって考えてみる。学会会場にきているPTを906人とし、この中から20人抜き出すものとしよう。サンプルの大きさ20人を母集団906人で割った値を抜取比（sampling ratio）、その逆数を抜取間

隔（sampling interval）という。この例では抜取比は

$$a = 20 / 906 \approx 0.02$$

抜取間隔 $1 / a$ は

$$1/a = 906/20 \approx 45$$

となる。この抜取間隔ごとに抽出を行う方法が系統サンプリングである。手順としては、まず学会出席者名簿の最初から45人ごとに区切っていく。次に乱数表などを使って1から45までの数の中からランダムにひとつ数を選ぶ。この選んだ数が12だったとすると、最初のサンプルは12番の人、次のサンプルは46番の人から数えて12番目の人、すなわち57番の人になる。こうして区切られた最初の人から12番目の人だけ集めて得られるサンプルは次の番号の人になる。

12, 57, 102, 147, 192, 237, …… , 822, 867

この場合は出発点が12だったため、901番以降の5人のグループ

| 901 902 903 904 905 906 |

からは、サンプルとして抽出されない。この結果として20人のサンプルがとれた。もし、最初に選ばれた数が6以下であった場合は、この最後のグループから1人抽出されるため21人のサンプルとなる。ここで20人のサンプルとしたい場合は、再び乱数表などを使ってこの21人から1人選んで削除すればよい。この系統サンプリングはランダムサンプリングに比べると容易で、かつサンプルの大きさが小さくてもランダムサンプリングと同じ精度が得られる反面、抽出される母集団の抜取間隔ごとに何らかの周期的な特性が現れる場合には、抽出されたサンプルが偏ってしまうことがある。たとえば、心電図スケールを用い、出力された心電図から決まった個数のR波を飛ばしながら心拍数を読みとろうとする場合、その飛ばす個数と呼吸の周期が一致していると、読みとられた心拍数のサンプルは、呼吸によるばらつきが考慮されない偏ったサンプルとなってしまうといったことになるだろう。

図1 母集団とサンプリングの関係

サンプリングには、このランダムサンプリング、系統サンプリングの他にも、2段サンプリング、層別サンプリングなどの方法がある¹⁾。

ところで、なぜ、このような手続きを踏まなければならないのだろうか。それは、統計学が持っているある母集団から各種サンプリングを行ったときのサンプルの分布に関するたくさんの知識を利用するためで、これによって、本来、知ることが出来ない母集団の特性というものを推測することが出来るからである。

この推測には、サンプルを測定して得たデータから母集団の特性を推し量ろうとするものと、母集団について仮定した事柄(仮説)を確率で検証しようとするものの2つがある。前者は推定、後者は検定と呼ばれ、それぞれの仮説やデータの種類などによってさまざまな統計的手法が用いられる。この母集団とサンプルの関係を図1に示しておく。

4. 本誌にみる統計的手法

各種統計的手法の具体的手順、応用などに関してはこれまでの統計的方法の講座、および今回の筆者以外の講演に譲るとし、ここでは、過去の運動生理誌で実際にどのような統計的手法が用いられているかを調べてみた。今回は86年から90年までの5年間の研究論文、

図2 運動生理誌にみる統計的手法

図3 統計的手法の年度推移

図4 手法毎のサンプル数

図5 被験者によるサンプル数の違い

研究発表を対象とした。なお、学生報告、夏期研修の講演は対象からはずした。

全論文数81題、このうち、なんらかの統計的手法が用いられたことが明記されているものは61題である。さらに、この61題で用いられた統計的手法は、延べ82である。図2には、82の手法の内訳を示す。ここで明らかなよう

に、 t 検定と相関分析で手法の7割弱が、回帰分析を加えると8割強がカバーされる。図3は発行年度ごとの推移を示したもののだが、その比率の変化に特別な傾向は認められない。ただ、以前、第22回理学療法士学会の発表について調べた結果では、 t 検定と相関分析で9割以上がカバーされていたことを考えると本誌の論文の方が若干バラエティに富んでいるともいえる。

図4は手法で用いられたサンプルのサンプル数を各手法ごとにまとめたものである。ほとんどが20例以下のサンプル数であることがわかる。分散分析ではサンプル数が10例を超えるものはなく、40例以上のサンプル数の手法は相関分析に若干みることが出来る。

図5は被験者の特性によるサンプル数の違いを示したものである。もともと高齢者を含めて健常な被験者による研究論文が多いのだが、そのことを差し引いても、疾患を持った被験者による研究と異なり、健常被験者の研究は、10例以下のサンプル数の研究が他のサンプル数のそれに比べて圧倒的に多いことがわかる。この疾患を持った被験者による研究で用いられた手法をみると、そのほとんどが t 検定と相関分析であり、先の10例のサンプル数を越えることのなかった分散分析は、すべて健常被験者による研究で用いられている。このことが、10例以下のサンプル数による健常被験者の研究が多かった理由と考えられる。分散分析が健常被験者の研究で多い理由は、あきらかではないが、たとえ、ラテン方格等を用いて実験回数を少なくしたとしても、患者を評価や治療とは若干離れるかもしれない実験のために何回も拘束することは倫理的に困難なためではないかと考えられる。このことは、もちろん病院における倫理規定の問題を多く含んでいるが、どのように治療と結びつく形でデータをとっていくのかといった験者側の実験計画の問題も含まれていると考えられる。

5. おわりに

近年、理学療法士学会などでも以前に比べると、様々な統計的手法が使われるようになってきているようだが、中には首をかしげてしまうこともある。きちんとした手続きで手法を用いてはいるものの発表が終わってみると、その手法を用いて導いた差異というのが、発表者のどういった仮説を支持している結果なのか、またその差異がわかったことによってその後どのように展開していく話なのか伝わってこないことがある。伝わらないのは分野ごとの背景も含めて聞く側の不勉強といったとらえ方もあるが、個人的には、厳格な実験計画で導かれた結果がシンプルでわかりやすいというのが望ましいと考えている。今回調べた過去5年の本誌の中でも、統計的手法は用いられていないが、結果の図をみればその研究の意味するところや、研究者の目指すところがよく見えるものはいくつもあった。難しい言葉を何万語もつくして説明されるより、明らかに違いのわかる図をひとつ示してもらった方がよいに決まっている。有意差が出るかどうか怪しいぎりぎりの線で統計的手法を使い、有意差が出たとしてもその差がもともと持っていた仮説にとってあまり意味のない差ではつまらない。こう言った場合、その差をかくしてしまった要因として考えられるものが考察の中に並ぶことになるわけだが、本来は、そうした要因をさがしていく予備的な実験の結果から、実験条件を整えたり、層別をしたりする作業を先に行った上で本実験を行うのが普通であろう。

いずれにしても、自分の持っている仮説や経験則を主観的なものにとどめず、自分以外の人にも応用できる一般化された固有技術に昇華していくためにも、道具としての統計的手法の、より正しい理解を深めたいものである。

引用文献

- 1) 石川馨：サンプリング法入門，日科技連，1984。