

河川流域の道路網からみた橋梁の本数と配置

2010SE079 亀山輝

指導教員：腰塚武志

1 はじめに

1.1 研究背景

木曾川に平成 23 年 3 月新しい橋梁が建設された。新しい橋梁が建築されることで、河川を渡る際に利用できる道路の選択肢が増えることから、車の流れが分散され渋滞緩和に繋がる。また、対岸の目的地に向かう上で、物理的に到着ルートが短くなり到着時間を短縮することになる。

本研究では、三重県桑名郡木曾川岬町(河口)から岐阜県中津川市までの 40 本の橋梁(一般道路にある車両が通行可能な橋梁)が架かる延長約 150km の木曾川の流域で橋梁の本数・橋梁の配置を分析し評価したい。

1.2 研究方針

橋梁の本数や配置を評価する手法として、橋梁の相対的密度を用いる。相対的密度とは、河川がなく(川幅が 0 m)道路網が分断されないと仮想すると、そこに何本の道路が通るかを推定し、その道路の数を理想の橋梁本数としてその本数に対して実際の橋梁本数がいくつあるのかを表したものである。つまり、実現率と言い換えることもできる。

同じ河川内でも、道路が密集している場所とほとんど道路が存在しない場所では、その周辺で必要とされる橋梁の本数に違いがでてくる。そのため、木曾川をいくつかに分け、区切られた流域ごとに橋梁の相対的密度を求めることで、周辺の道路網の地域特性を受けた理想の橋梁本数と区切られた流域の実際の橋梁本数で分析を行う。この相対的密度を用いた研究として文献 [1], [2] を挙げることができる。

2 橋梁の相対的密度

2.1 道路網に見合った理想の橋梁本数と実際の橋梁本数

両岸の道路網に見合った理想の橋梁本数を N 、現実の橋梁本数を M として、橋梁の相対的密度を R とすれば、

$$R = \frac{M}{N} \quad (1)$$

となる。理想の橋梁本数 N を求めるにあたり、文献 [1] の計算式を用いる。河川をいくつかに分け、河口から上流に向かって区切った区間に番号 (n) をつけ、区間内の河川の長さを L とする。図 1 のように長さ L の河川を四等分した河川の位置から、河川に対して垂直な方向へ $L/2$ ずつ延ばした場所に点を取り、それらの点を結んでできる流域の面積を S (河川・山の面積を除く) と置く。また、流域内の道路網の長さを Λ と定める。そのとき理想の橋梁本数 N は、ポアンカレの公式から導き出され、

$$N = \frac{2\Lambda L}{\pi S} \quad (2)$$

となる。式 (2) は、 $2/\pi$ という定数と道路密度 Λ/S 、河川の長さ L の積という比較的簡単な形をとっている。

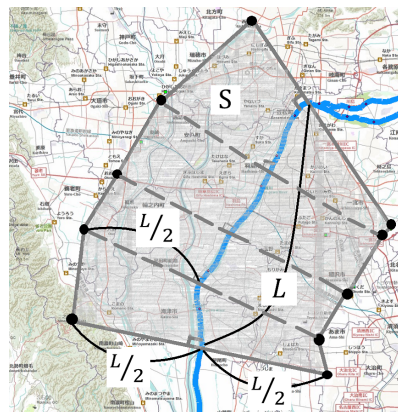


図 1 区間 2 の流域の取り方

3 幹線道路における相対的密度

道路網については、国土地理院の数値地図 25000 の道路データ(平成 15 年 3 月 24 日発行)を使用する。木曾川のような大きな川幅をもつ河川では、すべての道路網に見合った理想の橋梁本数を建設することは困難なため、5.5m 以上の道路(以下、幹線道路)に対して橋梁の本数を求める。流域の長さ L にはいろいろとり方があるが、比較的大規模な河川を対象としているので文献 [1] と同じく 20km とした。

表 1 から相対的密度(以下、実現率)は上流に向かうにつれ高くなる。区間 5~7 は道路密度が低く、理想の橋梁の本数が少ないため実現率が高いと考えられる。

表 1 約 20km 区間ごとの実現率

区間 n	橋の本数 M	道路密度 Λ/S	河川 (km) L	理想 本数 N	実現率 (%) R	区間 n	橋の本数 M	道路密度 Λ/S	河川 (km) L	理想 本数 N	実現 率 (%)
1	3	1.684	24.722	26.5	11.3%	5	6	1.088	23.9	16.6	36.2%
2	5	1.782	26.943	30.6	16.4%	6	6	0.837	25.1	13.4	44.8%
3	7	2.024	24.853	32.0	21.9%	7	8	0.979	23.2	14.5	55.3%
4	5	1.707	18.153	19.7	25.3%						

3.1 川幅と相対的密度

川幅と実現率の関係を表 2 で示す。川幅 0m(河川が存在しない)のとき道路網は分断されないと考え、実現率を 100% と仮定し、文献 [1] で導かれている指数曲線に当てはめると図 2(点◇:表 1 の値)の曲線のようになる。

表 2 区間平均川幅

20km 区間 n	平均 川幅 (m)	実現率 R	実現率 (車線数考慮) R	20km 区間 n	平均 川幅 (m)	実現率 R	実現率 (車線数考慮) R
1	962.5	11.3%	18.5%	5	144	36.2%	36.2%
2	666.2	16.4%	16.4%	6	156	44.8%	44.8%
3	574.6	21.9%	32.5%	7	232	55.3%	55.3%
4	250.4	25.3%	44.6%				

実現率と川幅の関係は、かなり相関関係があると言える。区間4の値は指数曲線に対して低いことから、区間4には橋梁を増やす必要が高いと読み取れる。文献 [3] より、交通容量が1車線から2車線に変わることによって2.9倍、3車線に変わることによって4.4倍となることから、片車線2以上の橋梁を計算する場合、片車線2の橋梁は2.9本、片車線3の橋梁は4.4本とする。車線数を考慮することで、区間4は低い実現率を補い、川幅の広い部分では、指数曲線で求められる以上の実現率を車線数を考慮することで得ることができる(点口)。

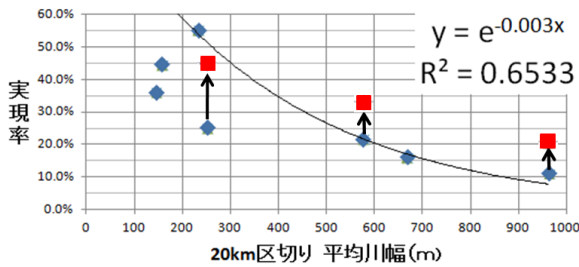


図2 川幅と実現率

3.2 区間橋梁の合計車両台数と実現率(相対的密度)

実現率と橋梁を渡る車両台数の関係を図3に示す(平成22年度道路交通センサス7時~19時の交通量データ使用)。2つのグループに大きく分かれ、実現率が低いうえ車両台数が大きいグループに下流・中流が集中する形となる。

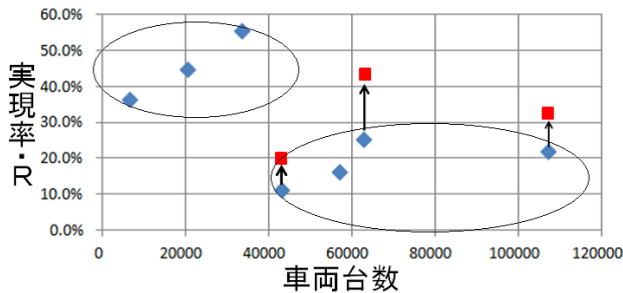


図3 車両台数と実現率

3.3 時代による実現率(相対的密度)の移り変わり

5つの年度ごとに存在する橋梁の相対的密度を図4に示す。木曾川の橋梁の多くは、1969年~1989年に建設されたと読み取れる。

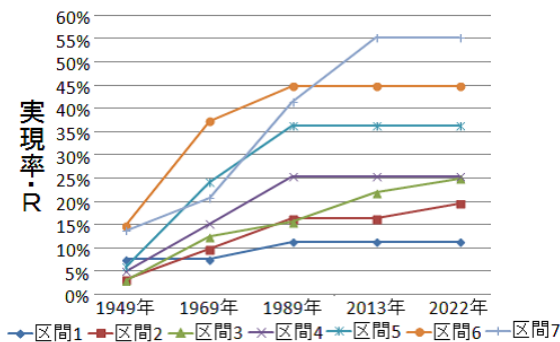


図4 5つの年度別の実現率

急激に橋梁が増加した1949年~1969年の中でも実現率の上から高い区間4~7は、上流付近にあたる。区間4~7は両岸がどちらも岐阜県であり他の区間是对岸が他県という違いが、実現率の差を生んでいると推測される(図5)。他県と結ぶ交通網より県内の交通整理が優先されていると考えられる。

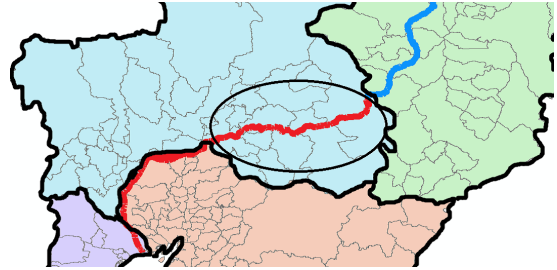


図5 県と市町村(区間4~7あたり)

4 考察

川幅が広くなるにつれ橋梁を建設することが困難であり実際の橋梁の本数が少ないうえ、川幅の広い下流・中流に道路網は密集し交通量が多いため、そこに架かる橋梁には大きな負荷がかかっている。しかし負荷を減らすため新しい橋梁の建設を行うにも、川幅の広い木曾川では難しい。

そこで、再建設される橋梁の車線数に注目する。木曾川の橋梁の多くは高度経済成長期に建築され、多くの橋梁は耐久年度の約50年を迎えるため再建築が必要となる。同じ橋梁本数で、実現率を高くして現在の交通量を速やかに運ぶには車線数の増加が望ましい。特に川幅の広い部分では多くの橋梁を建設するのは難しいことから、1つ1つの橋梁の質を高める必要があるため車線数の増加を今後の橋梁計画には組み入れると良いと考える。

5 おわりに

今後の課題として、他の河川と木曾川の比較を挙げられる。また、橋梁に対してさらに分析をするならば、流域の取り方の変更や、両岸の自治体が同県の場合と他県の場合・橋梁の状態(耐久性、橋梁付近の信号待機時間等)による橋梁それぞれに重みを付けることで、より精度の高い橋梁の評価を行える。

参考文献

- [1] 腰塚武志, 大木整: 橋の相対密度に関する考察. 第17回日本都市計画学会学術研究発表会論文集, 1982, pp. 91-95.
- [2] 木下龍一: 河川によって分断される道路網の脆弱性に関する研究. 南山大学大学院数理情報研究科修士論文, 2009.
- [3] 塚田幸広・桐山孝晴・保久原均・濱谷健太: 道路の交通容量における新しい設計法に関する検討. 国土技術政策総合研究所資料国総研資料第317号.