

砂漠道路の長時間運転による生理的機能低下と事故発生間隔からみた事故防止の検討

ズルピカール・ケレム¹・日野 泰雄²

¹学生会員 大阪市立大学 工学研究学科 (〒558-8585 大阪市住吉区杉本3-3-138)
E-mail:zulpikar2172000@yahoo.co.jp

²正会員 大阪市立大学 工学研究学科 (〒558-8585 大阪市住吉区杉本3-3-138)
E-mail:hino@urban.eng.osaka-cu.ac.jp

砂漠地域での道路交通には、様々な問題がある。特に、安全な運行を達成するためには、気象条件や道路状況、交通安全施設に加えて、心理や生理に伴う人為的な問題などを総合的に勘案する必要がある。

著者らのこれまでの研究で、新疆ウイグル自治区砂漠地域での気象条件が交通安全上大きな問題となっていることを明らかにしたが、本研究では、これらの気象条件が交通安全に与える影響に加えて、ドライバーの運転時の生理状態の及ぼす影響を調査し、事故の原因を多角的に考察する。特に、ドライバーの運転時間に伴って安全水準が低下するという関係から、適切な区間における休憩施設の必要性を明らかにし、休憩の義務化など対策をとることが重要であることが指摘できた。一方、事故発生間隔を分析することで、砂漠道路での交通管理上の有用な知見を得ることができた。

Key Words : 新疆ウイグル自治区, 砂漠気象, ドライバー心理・生理, 交通安全管理

1. はじめに

気象条件、交通安全施設の設置状況、人為的な作用等、道路交通の安全な運行には、様々な要因を総合的に考慮する必要がある。特に、砂漠道路の気象条件が道路交通に与える影響は大きく、砂漠特有の厳しい気候に加えて、設備の不足や管理体制の不備によって、他の道路より安全性が低くなっている。

これまでの著者ら研究^{1,2,3,4}で、新疆ウイグル自治区の砂漠地域道路を対象として、次のような取り組みを行い、新疆ウイグル自治区における砂漠道路の交通事故分析とそれに基づく対策の提案を行ってきた(図-1)。

1) 砂漠道路における交通事故統計と気象条件の分析

新疆の砂漠道路に対して、地形特徴、気象条件、交通状況(交通流構成、実走行速度)、道路条件(線形)、安全管理状況と道路交通事故統計(事故頻度、事故類型、事故原因など)に基づいて、砂漠道路での交通事故の特徴と事故に至る主な要因の抽出を行った。特に、夏季と冬季の気象条件による交通事故発生に対する影響を分析し、その要因となる気象条件を明示した。

2) ドライバーの安全意識に関する分析

現地でのドライバーに対するアンケート調査から、砂

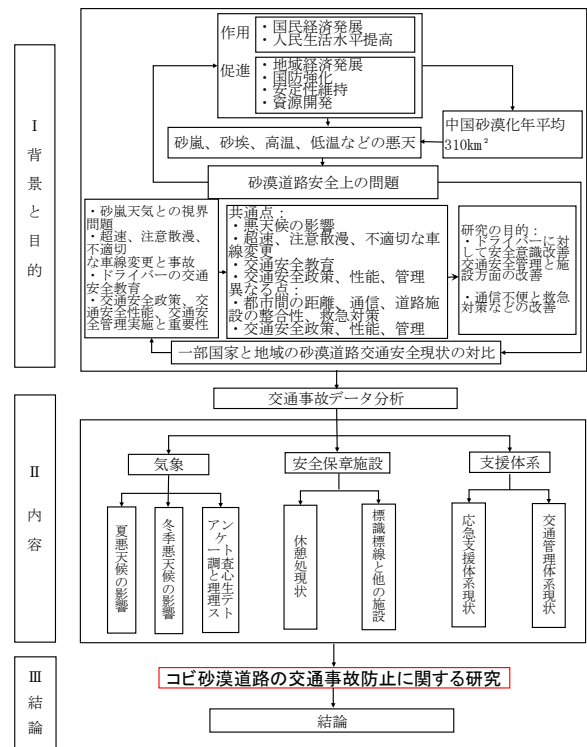


図-1 これまでの研究の目的と内容

漠道路でのドライバーの安全意識や問題点(危険区間や事故後の対応の問題など)についても明らかにした。

3) 中国の安全管理基準とその課題

中国の安全基準を整理し、対象道路における安全の程度を再整理し、交通安全基準上の課題を指摘した。

4) 道路緊急支援施設

上記の分析を踏まえて、故障や事故発生時の緊急情報や支援のための施設に関する状況を分析し、砂漠道路サービス区間における基本的な情報収集、交通監視、支援施設・医療施設などに関する改善点を提示した。

以上の研究経過を踏まえて、本研究では、ドライバーの運転時の心理や生理状態の及ぼす事故への影響を調査し、事故の原因を多角的に考察するとともに、特にドライバーの運転時間に伴う安全水準の低下に関する分析から、適切な休憩施設の必要性とその設置密度の提案を目的としている。また、これに関連して、事故発生間隔を分析することで、事故後の支援体制に関する情報を得ることが可能であり、二次的な被害を提言するための方策の検討に貢献し得るものと考えられる。

2. 研究対象エリアにおける交通と事故発生状況

2.1 対象地区と道路配置

本研究対象とした砂漠道路は、新疆ウイグル自治区の戈壁砂漠エリア中部と周辺に位置し、複雑な地形と乾燥気候条件下にある(図-1,表-1)。また、設計時には自然線形が優先されており、道路距離が長いのが特徴である。



図-2 研究対象エリアと砂漠道路の位置

2.2 アラルーホタン砂漠道路での交通状況

タクラマカン砂漠を縦断するタクラマカン砂漠道路とアラルーホタン砂漠道路の9割が砂漠地域であり、中でもアラルーホタン砂漠道路の全距離の77.8%に当たる330kmは無入地域である。

表-1 対象道路区間

対象道路	全長 (km)	調査区間	調査延長 (km)	位置
G314	1948	K1002-K1043	401	タカラマカン砂漠南北部
アラルーホタン	424.8	K6-K405	399	タカラマカン砂漠南中部
タカラマカン	565.7	K0-K295	295	タカラマカン砂漠中部
G216	857	K335-K812	477	クルパントグト砂漠南部

アラルーホタン砂漠道路の建設によって、アクス〜ホタン間の距離は500km短縮されたことから、平均交通量は運用開始(2008年)当初の200台/日から530台/日に大幅に増加している。交通量データ統計⁵⁾によると、特に8月の下旬から9月の中旬にかけては、交通量が1092台/日と平均交通量の2倍に達している。

2.3 アラルーホタン区間事故分布

当該区間における交通事故の内容を整理すると、主な事故形態は自損による転倒であり、その原因は速度超過であることがわかる。このことから、砂漠道路の特徴である、①周辺建物の無い直線道路での速度超過と注意力の欠如、②高温と砂嵐等の悪天候が交通事故発生に影響していることが推定される¹⁾。

また、砂漠道路では、自損事故に加えて、衝突事故や追突事故が多く、事故率そのものも高い。加えて、上述のように無人地域が長いこと、砂漠道路における交通事故は、適切な救援を受けることが困難な場合が多い。事故発生から救援までに長くて16時間、早くても2時間かかるため、被害を悪化させるという二次事故発生の可能性も高くなり、事故の死亡率と致死率が高い理由の一つにもなっている(図-3)。

そのため、これら砂漠道路区間の事故データの詳細な分析に加えて、ドライバーの心理と生理的特徴を把握することで、砂漠道路の交通安全のため合理的な対策と安全管理システムの改善方法を提案する必要がある。

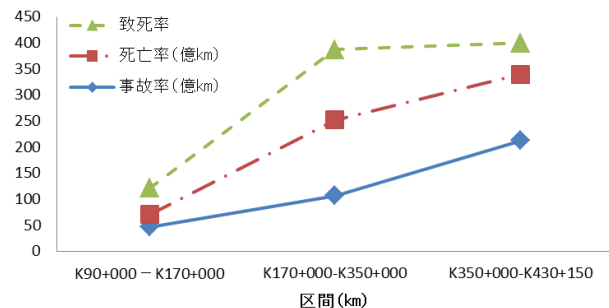


図-3 区間事故推移

3. ドライバーの心理と生理的特徴

3.1 調査の概要

前節での砂漠地域における交通事故発生状況を踏まえて、ドライバーの心理的・生理的環境について調べる必要があることがわかった。そこで、筆者らが、中華人民共和国交通業務標準(ドライバーの適切性検査評価標準)に従って、2008年8、9月と2009年6、7月に行ったドライバーの心理と生理テストにより、砂漠道路の複雑な環境下で運転しているドライバーの注意力、移動能力及びハンドル操作の円滑性と正確性等を調べるとともに、ドライバーの砂漠道路での運転適合時間、あるいはそれに基づく休憩所の適正距離などを分析した。

3.2 高温時の連続運転と生理的機能の関連

砂漠区間気候の特徴の一つである高温時の運転状況を調べるため、30度を超える日が出現し始める5月から、平均温度30度以上のデータを記録した。

その中で、高温時(30度以上)でのドライバー連続運転時間に伴うドライバーの生理的機能との関係を分析すると、特に、平均処理や総合処理といった複雑反応、反応時間や操作の誤りといった処理判断をはじめとして、すべての生理的特性と密接に関係していることがわかった(表-2)。

表-2 高温時の連続運転と生理的機能の相関

項目	灰色相関度
静視力	0.518464
動視力	0.612988
視界低下	0.611739
速度推定偏差	0.567148
反応時間	0.832643
誤り回数	0.701892
平均処理	0.763019
総合処理	0.732019

3.3 灰色相関分析による運転時総合水準の評価

ドライバーの生理的特性、とくに運転時の反応特性は、年齢、運転の経験、運転時間及び気温などの要因によって影響を受けている。

灰色の相関分析法⁶⁾は、ある系統(今回の場合は運転操作系統)に含まれる各要因(表-2に示す8つの要因)が相互に関連する度合いを量で示す方法であり、量的方法から指標の関連問題を解決する多因子相関分析法である。

本分析では、静視力、動視力、相対静視力降幅、相対静視力衰退、速度推定、反応時間、判決誤り数は誤差因子配列組 $\{Y_1^0, Y_2^0 \dots Y_7^0\}$ 、運転時間は X_1^0 となる。

各分析要因と関連因子間の相関分析では、運転時間が

ドライバーの生理的機能と関係が認められた。そこで、ドライバー反応の総合的な状態を見るために、同じ時間区間の8指標と各灰色相関との関係性プロットすると図-4のようであり、その際の回帰式は式(1)のようである。

$$y_j = \sum_{i=1}^8 (\chi_i \cdot \gamma_i) \quad \dots\dots \text{式(1)}$$

y_j : ドライバー単時間段の総合水準
 χ_i : ドライバー単項統計データ
 γ_i : 一単項生理特徴グレー関連度

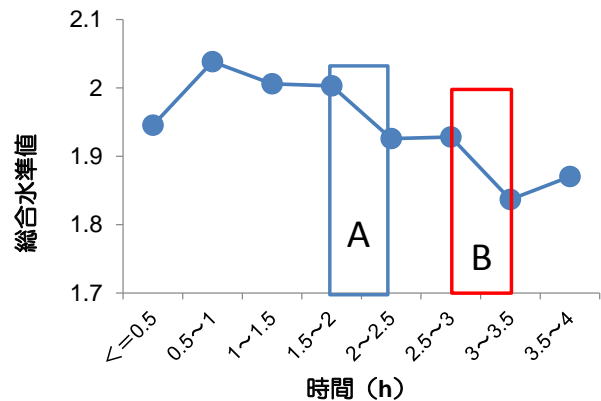


図-3 ドライバーの総合水準衰退曲線作り直す

この結果から、次のようなことがわかる。

- ①運転開始から2時間未満では、運転に伴う緊張感から総合水準は高くなるが、その後運転時間とともに水準は低下する。
- ②運転時間から一旦高まった総合水準値は、1時間半から2時間(A区間)、および2時間半から3時間の時間帯(B区間)で大幅に低下していることから、この時間帯での事故危険性が高くなると想定される。

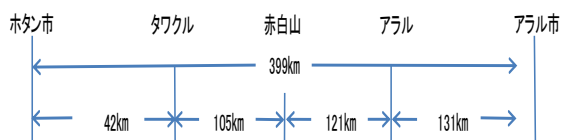
3.4 運転時の生理的機能からみた休憩所設置の考え方

中国の道路工程技术標準⁷⁾によると、平均50km毎に駐車場、便所、給油所、売店などのサービス提供施設を設置すると定められている。これに対して、本研究で対象としたアラルーホタン砂漠道路では、アラル、赤白山、タワ湖の3カ所にサービス提供施設があるが、いずれも標準値を大きく超えている(表-3)。また、給油所はアラルからホタンまでの間(425km)設置されていない。これらのことから、基本的にサービス提供施設が不足していることは明らかである。

そこで、運転時間とドライバーの総合水準衰退状況の関係から、適正な休憩処の位置を検討してみたところ、次のようなことが言える。

表-3 車両到着までの運転時間(hour)

サービス区域	車速	100km/h	80km/h	60km/h
アラルサービス区域	赤白山へ	1.25	1.5	2
	ホタン市へ	3.07	3.8	5
	アラル市へ	1.3	1.6	2.2
赤白山サービス区域	ホタン市へ	1.82	2.3	3
	アラル市へ	2.5	3.2	4.2
タワクルサービス区域	赤白山へ	1.1	1.3	1.75
	ホタン市へ	0.75	1	1.22
	アラル市へ	3.6	4.5	5.95



- ①区間に入る前の運転時間(アラル市街地からアラルまでは約 50km でほぼ 1 時間)を勘案すると、最初の 1.5 時間までに最初の休憩場所が望ましいが、実際にはアラルから 1.5~2.0 時間の赤白山まで休憩施設はない。
- ②また、赤白山で休憩を取れば、タワ湖までの 1.5 時間の運転は問題ないと考えられるが、仮に赤白山での休憩が取れない場合には、2 時間以上の運転を続けることになり、先の分析の第二段階目の総合水準低下を招き、極めて危険な状況になることが予想される。
- ③以上のことを勘案すると、既存のアラル休憩所と赤白山休憩所に加えて、アラルと赤白山の間、赤白山とホタンの間に簡易休憩所を設置する必要があると考えられる。また、当該道路区間が 425km に及ぶため、中間部に医療施設や給油施設を含む総合施設設置の検討も望まれるところである。

4. 交通事故発生間隔に基づく二次的事故防止

ここでいう交通事故発生間隔とは、最初の交通事故発生から次の交通事故が発生するまでの時間のことである。本部分析に用いるデータとしての交通事故の認知方法は、監視ビデオ、道路管制またはドライバーからの報告であり、事故が発生した正確な時間のデータを収集することは難しい^{8,9)}。

砂漠地域では道路延長が長いため、交通警察と救急車両が事故現場に到着する時間が通常より長くなるため、砂漠道路での事故発生時刻を分析し、その情報を提供することは、二次的被害を低減させるために重要である。

2010 年には国道 216 線で 32 件の事故が発生し、それらの時刻データを集計したところ、平均の事故発生間隔は 10 日、最短間隔は 15 分、最長間隔は 29 日であった(表-5)。また、事故間隔別の頻度分布をみると、事故後 4 日以内が多いことから、最初の事故が発生してから、

4 日間における管理体制の強化が重要であると考えられる(図-4)。このことから、事故発生間隔の分析を進めるとともに、事故発生後の応急管理システムの改善、事故の性質、救急措置などについても事前に十分な対応が必要となることは言うまでもない。また、このような情報をドライバーに適切に提供することも、続発する事故の抑止に有効な手立てと考えられる。

表-5 事故発生間隔(n=32)

有効なN(列表状態)	N	最小値	最大値	平均値	標準差
	31	0	29	9.968	8.58869

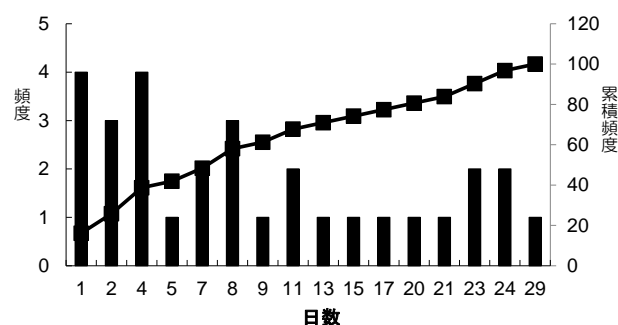


図-4 事故発生間隔別事故頻度

5. まとめ

砂漠道路で発生する事故は、気象などの砂漠道路特有の条件に大きく影響されるため、これまでの分析から明らかにしてきたように、夏季と冬季、日中と夜間といった基本的な条件への対応はもちろんのこと、そのような環境下でのドライバーの生理的機能低下の状況を把握するとともに、機能低下を回復させるための休憩施設の適正な配置を検討することが重要である。

一方、砂漠道路の延長が長く、交通量も多くないため、一旦事故が発生した場合、事故発生情報の確かな把握が困難であり、その救急・救護に長時間を要し、二次被害を拡大させる可能性がある。

本研究では、このような観点から、特にドライバーの長時間運転に伴う生理的機能の低下について分析することで、適切な休憩所等の施設配置を提案した。

以下、本研究の主な成果をまとめて示す。

- ①高温時の運転時間は、特に平均処理や総合処理といった複雑反応、反応時間や操作の誤りといった処理判断をはじめとして、すべての生理的特性と密接に関係していることがわかった。
- ②運転開始から 2 時間未満では、運転に伴う緊張感から総合水準は高くなるが、その後運転時間とともに水準は低下し、1 時間半から 2 時間および 2 時間半から 3 時間の時間帯で大幅に低下する。

- ③当該区間には、中国の道路工程技术標準に定められている平均 50km 毎のサービス提供施設は設置されていないため、長距離の運転に伴う事故の危険性が高い。
- ④そのため、当既存のアラル休憩所と赤白山休憩所に加えて、それぞれの休憩所間に簡易休憩所を設置するとともに、中間部に医療施設や給油施設を含む総合施設設置が望ましい。
- ⑤事故後 4 日以内に事故の発生が多いことから、この間の管理体制の強化が重要であると考えられる。また、事故発生後の応急管理システムの改善、救急措置などについても事前に十分な対応を検討するとともに、このような情報をドライバーに適切に提供することも、続発する事故の抑止に有効な手立てと考えられる。今後は、このような一連の研究成果を踏まえて、さらに分析を進めて、砂漠道路での過酷な条件下での運転の危険性を数量化し、適切な休憩によるその改善の程度を予測するとともに、二次被害を防止するための事故認知システムと救急体制の検討が必要である。

参考文献

1. ズルピカール・ケレム, 日野泰雄: 新疆ウイグル自治区の砂漠気候による道路交通安全への影響, 交通工学研究発表会論文報告集, No. 31, pp. 25-28, 2011
2. ズルピカール・ケレム, 日野 泰雄, 新疆ウイグル自治区北疆荒漠地域の冬季交通安全問題に関する研究, 第 44 回土木計画学研究・講演集, 4page, 2011
3. ズルピカール・ケレム, 日野泰雄: 新疆ウイグル自治区コビ砂漠道路の交通安全施設の現状と課題, 第 46 回土木計画学研究・講演集, 5pages, 2012
4. ズルピカール・ケレム, 日野泰雄: 砂漠気候による交通安全への影響に対応するための交通安全施設改善の考え方, 交通科学研究発表会論文集, pp. 27-28, 2012
5. ケレム・ロヅ, 劉利華, 胡新民, 姜燕, ズルピカール・ケレム 他: 荒漠道路安全保障工程施設技術研究報告, 新疆交通科学研究院, 2011
6. 遜芳芳: 灰色関連度分析方法及び応用, 科学情報, 第 17 期 2010
7. 中華人民共和国国家標準: 道路交通標識と標示, 第三部分, GB 5768.3-PP6, 2009
8. 鍾連徳, 曾洪岸, 李文貴, 李愛民: 高速道路突発事故特徴分析, 道路適用と危険管理, 国際検討会論文集, 2010
9. 鍾連徳, 孫小璣, 陳永勝 他: 中国高速道路事故特点及び分布概律の研究「J」, 道路交通と安全, (4)11-15, 2007

AN INVESTIGATION ON ACCIDENT PREVENTION FROM VIWPOINT OF PHYSIOLOGICAL CHANGE CAUSED BY LONG-TIME DRIVING AND ACCIDENT OCCURRENCE INTERVAL ON ROADS AT DESEART AREA

Zulpikar KERAM and Yasuo HINO

This study aims to reveal the causes of road accidents on the road at desert area, not only by analyzing the between road accidents and weather conditions, but also analyzing the relation between the long-time driving and physiological functions, Especially, it was revealed that driving safety level had been declined according to driving time. Therefore, we can propose the appropriate location to arrange the service areas. In addition, some useful findings to manage the traffic flow on the desert roads, based on the analysis of the interval of accident occurrences.