

冬期交通事故に関する2, 3の分析

室工大 正 員 齊 藤 和 夫

1. はじめに

北海道など積雪寒冷地の冬期における道路交通は夏期と著しく異なる環境におかれるが、その最も特徴的なものは降雪、横雪、凍結路面などである。これらの交通障害要因は道路の安全走行に重大な影響を及ぼし、その影響度は車両の走行速度が高くなるにつれて顕著となる。表-1に示されるように、近年北海道ではこれらの環境条件の下での交通事故の割合が増加してきており、その防止対策が重要な課題となっている。しかしながら、冬期における交通現象や交通事故についての調査研究は少なく、その実態について十分に把握されていないのが現状である。

このような背景のもとで、本研究は北海道の一般道路の冬期交通事故について2, 3の分析を行い、積雪寒冷地における冬期道路の安全対策と今後の研究課題について考察したものである。尚、本論でいう冬期積雪時とは最深積雪量の月別変化をもとにして12月～3月の4ヵ月とし、それに対する夏期とは6月～9月の4ヵ月としている。

2. 北海道の冬期交通と交通事故

北海道では冬期積雪時の交通量が夏期に比べてかなり減少し、それに伴って交通事故の件数も減少するのが一般的である。図-1は一般国道と高速道路における交通量の月別変化を示したものであるが、これによるといずれも8月に最大となり、1月に最小となっている。また、図-3は一般国道の都市部と地方部における同一地点での夏期と冬期の交通量比率を示したものである。都市部での冬期における交通量は夏期の50～90%の間にあり、平均して70%である。地方部でのそれは30～80%の間にあり、平均して55%である。とくに低交通量域での減少が著しくなっている。

このような交通量の低下に伴って、図-2に示されるように交通事故の件数も減少しているが、事故率は逆

表-1 交通事故の推移 (S41~S51)

年 度	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51
年間事故(千)	12239 (100)	15900 (130)	23440 (192)	29693 (243)	30042 (245)	27104 (221)	24401 (199)	22667 (185)	17253 (141)	15971 (130)	16551 (135)
夏期事故(S)	5249 (100)	6219 (118)	9026 (172)	11286 (215)	11417 (218)	10243 (195)	8962 (171)	8232 (157)	6264 (119)	5751 (110)	5956 (113)
冬期事故(W)	2783 (100)	4137 (149)	6838 (246)	9231 (332)	9495 (341)	8312 (299)	7553 (271)	7337 (264)	5782 (208)	5129 (184)	5318 (191)
冬期事故比率(W/T)	22.7	26.0	29.2	31.1	31.6	30.7	31.0	32.4	33.5	32.1	32.1

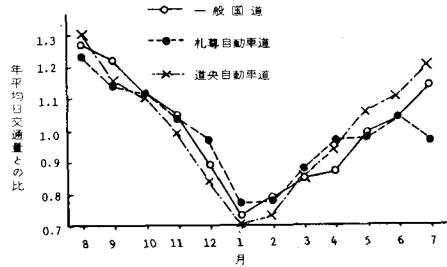


図-1 交通量の月別変動

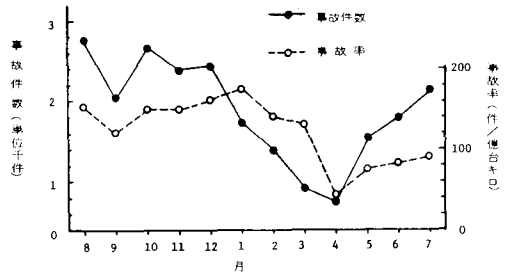


図-2 交通事故と事故率の月別変動

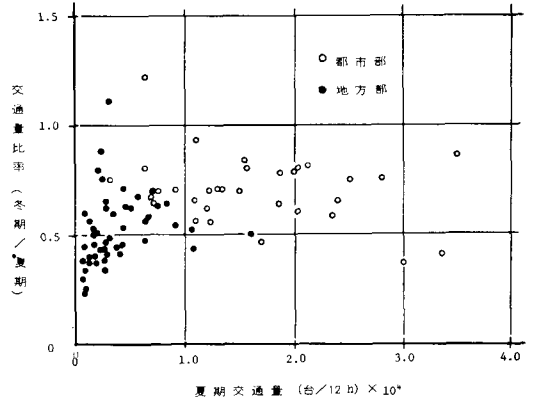


図-3 冬期/夏期交通量比率(一般国道)

に1月が最大となっている。また、高速道路について見ると、図4に示すように冬期には交通量が低下しているにもかかわらず事故率は夏期の2倍以上となっている。

以上のことから、北海道の冬期積雪時においては交通量がかなり低下する一方、交通事故発生危険度は相当高くなることわかる。交通量の低下は積雪などによって支線道路が通過困難となることや、積雪による道路幅員の減少と走行速度の低下に伴う交通容量の減少に起因するものと思われる。これらの現象は逆に除雪の行き届いた幹線道路への交通の集中と混雑をもたらすことになり、さらに天候と路面状態の悪化に起因する車両運転の困難さが加わって交通事故の発生率が高くなるのである。

3. 数量化理論Ⅰ類による交通事故の要因分析

冬期積雪時における交通事故は夏期と異なる発生特性を示すと考えられる。そこで、ここでは交通事故の発生要因として自然条件、道路条件、運転者条件などに関する11の要因を取り上げ、これらの要因が冬期と夏期の交通事故の相違を説明するにどの程度の影響を持っているかを判別のモデルである数量化理論Ⅰ類を用いて分析し、以下の分析のために要因の影響の一般的な傾向を検討して見たものである。

分析対象は一般国道で昭和49年に発生した夏期、1650件と冬期の1962件の車両相互事故である。数量化モデルによる分析結果を表2に示し、また要因の相対的なレンジの大きさを図5に示す。これらの結果から次のことがわかる。

(1) 影響度の最も大きな要因は車種であり、次いで事故類型、時間、車道幅員、天候、経験年数の順となる。

(2) これら6つの要因の累積寄与率は約80%で、これらの要因から冬期交通事故の発生特性をかなり明確にすることが出来ると考えられる。

(3) 曜日、地理的形態、歩道の有無、年齢の影響度はあまり大きくない。

(4) カテゴリー-数量の傾向図から、冬型事故の特徴がかなり明確となる。例えば、天候に関しては冬期に曇、その他(雪)の場合に事故が発生し易く、道路形状に関しては交差点横断歩道とその附近、単路の形状に特徴ある場所(トンネル、屈曲、まがり角)での事故発生の危険性が高くなるなどである。

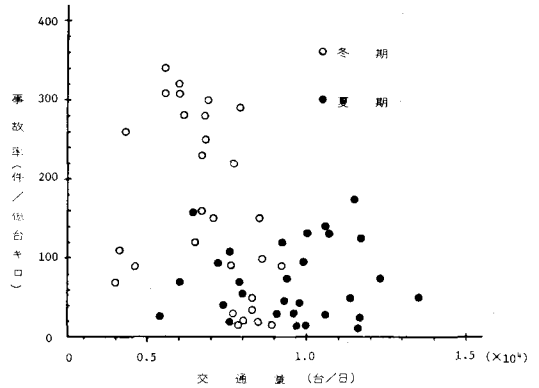


図4 高速道路の交通量と事故率

カテゴリー	レンジ	変数	レンジ	変数	レンジ	変数
時 間	1-5	104	-0.48245	1.39712 (3)	-	-
	6-9	252	-0.04334			
	10-12	680	0.28315			
	13-16	970	-0.09643			
地 理 的 形 態	17-21	756	-0.24758	0.47557 (8)	-	-
	22-24	355	-0.28719			
	min	688	-0.13779			
	max	527	0.01786			
天 候	晴	1612	-0.16266	0.32645 (10)	-	-
	曇	280	0.17203			
	雨	1612	-0.11861			
	雪	1612	0.47496			
道 路 形 状	単 路	1824	-0.42620	0.51781 (7)	-	-
	交 差 点 横 断 歩 道	912	-0.21466			
	交 差 点 横 断 歩 道 附 近	922	0.28315			
	単 路	352	0.20084			
車 道 幅 員 (m)	0-3.5	25	0.62793	0.61785 (4)	-	-
	3.5-7.5	602	-0.08214			
	7.5-9.0	787	0.07471			
	9.0-13.0	926	-0.03222			
車 種	13.0-18.0	1064	-0.99990	0.10705 (11)	-	-
	18.0-	207	0.12355			
車 種	普通	2457	-0.03415	1.59416 (2)	-	-
	軽	3120	0.07600			
	大型乗用車	532	0.72742			
	大型トラック	2134	0.06320			
車 種	普通	226	0.08445	1.25732 (1)	-	-
	軽	372	-0.07124			
	大型乗用車	154	-0.34832			
	大型トラック	193	-0.34081			
車 種	普通	68	1.05915	0.44955 (9)	-	-
	軽	1692	-0.52770			
	大型乗用車	436	0.43113			
	大型トラック	1298	-0.12621			
車 種	普通	68	-1.19817	0.75127 (6)	-	-
	軽	90	-0.14482			
	大型乗用車	285	-0.09644			
	大型トラック	908	-0.10667			
車 種	26-30	666	0.09081	0.44955 (9)	-	-
	31-35	501	-0.07059			
	36-40	430	0.14239			
	41-45	266	0.22220			
車 種	46-50	190	-0.21823	0.16295 (5)	-	-
	51-55	192	0.16295			
	56-60	75	-0.07122			
	61-	75	0.16295			
車 種	0-1	4492	0.00230	0.75127 (6)	-	-
	2-3	714	-0.11812			
	4-5	547	0.13077			
	6-10	889	-0.07059			
車 種	11-15	377	-0.01827	0.16295 (5)	-	-
	16-20	199	-0.17793			
	21-	92	0.61334			
	21-	92	0.61334			

表2 数量化理論Ⅰ類による分析結果

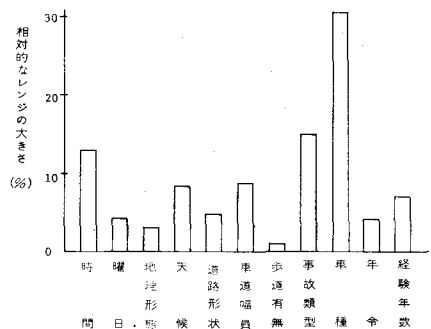


図5 相対的なレンジの大きさ

4. 冬期交通事故の発生特性分析

北海道における一般道路の冬期交通事故を夏期のそれと比較分析し、その基本的な発生特性を把握することを目的とし、比較は相対危険度を尺度として行っている。相対危険度は次式で定義され、この値が1.0より大きい場合は夏期に比べて冬期における事故発生の危険度が高いことを意味する。

$$\text{相対的危険度} = \frac{\text{要素の冬期事故全体に対する割合}(\%)}{\text{要素の夏期事故全体に対する割合}(\%)}$$

分析データは昭和45年～49年の5年間のものである。

4-1 天候と事故類型別危険度の比較

天候別の歩行者事故、車両相互事故、車両単独事故の相対的危険度と損傷度（事故1件当たりの死傷者数）の比較を表3に示す。ただし、この場合の危険度は夏期の晴れの状態における事故発生分布を基準としている。

歩行者事故の危険度は冬期の晴れの状態で若干高くなるが、その他の天候状態および冬期全体については夏期の晴れの状態とほとんど等しくなっている。車両相互事故は冬期のいずれの天候状態においても危険度が高く、降雪時で最高となっている。車両単独事故では夏期の降雨時に極端に高い危険度を示しているが、冬期ではいずれの天候状態においても極端に低い危険度を示しているのが特徴的である。損傷度について見ると、夏期の降雨時で1.62件と最大となっており、冬期では降雨時で1.59件と悪天候時の損傷度が高くなる傾向にある。

事故類型をさらに詳細に比較したのが表4である。歩行者事故では対面進行中と背面進行中の事故が極端に高い危険度を示し、とくに降雪時の対面進行中の事故が夏期の晴れの状態と比較して6.4倍の発生率を示しているのが注目される。これは積雪によって歩道が埋没して車道を歩く者が多くなること、および降雪時の視界不良がこれに加わって、この種のタイプの事故の発生率を高くしていると考えられる。

車両相互事故で特徴的なことは、正面衝突の危険度が非常に高く、また追突の危険度も相当に高くなっていることである。これらのタイプの事故が発生するのは、路側の積雪によって道路幅員が狭められ、車は道路中心寄りに走行するようになることや、路面がすべり易く、降雪や吹雪などで視界が減少することによるものと考えられる。図6は一般国道地方部における車頭時間と速度差について夏期と冬期の比較を示したものであるが、車頭時間の短い部分（追従状態）での速度差がほぼ等しくなっており、このことから雪氷路面上での追突事故の増加原因をうかがい知ることができる。車両相互事故では、駐車車両衝突の危険度が高くなる反面、路外逸脱事故の危険度が極端に低くなるのが特徴的である。これは路側の積雪が車の運動エネルギー吸収および葉落や逆脱の防止壁の役目を果たしていることによるものと考えられる。

以上のように、冬期積雪時には夏期と非常に異なる事故発生パターンを示しており、今後はこれらの特性をふまえた冬期事故防止対策の検討が必要であると考えられる。

表-3 天候と事故類型別危険度

事故類型	夏期		冬期			合計
	晴	雨	晴	曇	雪	
歩行者事故	1.00	0.98	1.03	0.99	0.99	1.01
車両相互事故	1.00	0.94	1.04	1.08	1.10	1.07
車両単独事故	1.00	1.59	0.58	0.40	0.26	0.44
損傷度	1.49	1.62	1.47	1.48	1.59	1.50

表-4 天候と事故類型内訳別危険度

事故類型	夏期		冬期			合計	
	晴	雨	晴	曇	雪		
歩行者	対面進行中	1.00	1.93	1.56	2.56	6.41	3.06
	背面進行中	1.00	1.70	2.32	2.93	3.68	2.91
歩行者	交差点横断中	1.00	1.80	1.10	1.09	0.87	1.04
	単路横断中	1.00	0.84	0.97	0.91	0.79	0.91
事故	遊戯・とびだし	1.00	0.34	0.72	0.61	0.51	0.64
	その他	1.00	0.44	1.19	1.00	1.02	1.09
車相互	追突時正面衝突	1.00	2.78	2.16	3.45	5.25	3.31
	その他の正面衝突	1.00	1.38	2.33	2.67	3.68	2.78
車相互	追突	1.00	1.06	1.31	1.41	1.53	1.40
	出合頭右左折衝突	1.00	0.72	0.64	0.58	0.34	0.55
車単独	後突	1.00	0.96	0.92	0.79	0.84	0.84
	その他	1.00	0.88	0.66	0.59	0.48	0.59
車単独	駐車車両衝突	1.00	1.96	2.13	1.33	1.42	1.58
	転倒	1.00	0.44	0.48	0.33	0.22	0.37
車単独	路外逸脱	1.00	1.87	0.38	0.20	0.11	0.26
	路上工作物衝突	1.00	1.91	0.72	0.69	0.44	0.63
事故	その他	1.00	0.67	0.87	0.60	0.62	0.73

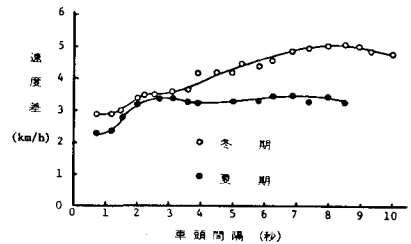


図-6 車頭間隔と速度差

4-2 道路形状別危険度の比較

事故発生場所の道路形状を大きく交差点と単路に分け、天候別の相対危険度を表5に示す。全体的に見ると、交差点での危険度は夏期の晴れの状態とほぼ等しくなっているが、降雪時の危険度がかなり低くなっているのが注目される。内訳で見ると、交差点内での危険度が低下する反面、横断歩道付近での危険度が増加している。交差点内での危険度の低下は表6に示されるように、冬期における交差点通過速度の低下に起因するものと考えられる。一方、冬期では交差点のジレンマゾーンが長くなり、それに路面のすべり易さが加わって横断歩道付近での危険度が高くなるようである。また、夏期、降雨時には横断歩道上での危険度が著しく高くなるという冬期とは対称的な特徴を示しているのが注目される。

単路では全体的に高い危険度を示しているが、とくに降雪時の危険度が高くなっている。内訳で見ると、トンネル、屈曲、まがり角や坂道での危険度が著しく高く、さらに直線部での危険度も高くなっているのが注目される。これら冬期事故発生危険度が高い道路形状はいずれも冬期道路維持管理および交通安全対策上問題となる場所であり、さらにこれらの場所における交通事故は雪氷路面のすべり現象が密着に関係していることから、雪氷路面のすべり現象の解明とすべり事故防止対策の検討が重要な課題であると考えられる。

4-3 道路幅員別危険度の比較

道路幅員と代表的な事故類型別の相対危険度の関係を図7に示す。歩行者事故と車両相互事故は道路幅員が4.5m以下でかなり高い危険度を示し、5.5m～7.5mの二車線道路で夏期とほぼ等しくなっている。しかし、道路幅員が7.5m～9.0mでは危険度が再び高くなるという注目すべき傾向を示しており、さらに幅員が広くなるにつれて危険度は低下する。車両単独事故の危険度は道路幅員が4.5m以下および9.0m以上で相当高くなっているが、幅員が4.5～9.0mの間では危険度が低く、前二者の類型とはまったく異なるパターンを示している。

冬期に極端に高い危険度を示した歩行者事故のうちの対面、背面進行中および車両相互事故のうちの正面衝突の二つの類型について見ると、前者では道路幅員の狭い場合に非常に高い危険度を示し、幅員が広くなるにつれて危険度が指数曲線的に低下している。一方、後者の正面衝突について見ると、道路幅員が7.5～9.0mのときに危険度がピークを示し、幅員がそれよりも狭くなるかあるいは広くなるにつれて危険度が低下するという注目すべきパターンを示している。

以上の分析結果から、冬期交通事故発生の危険度が高くなる道路幅員は5.5m以下および7.5～9.0mの間のものであって、いずれも車線を十分に確保することができない中途半端な道路幅員であることがわかる。とくに、幅員が5.5～7.5mである通常の二車線道路での危険度が夏期とほぼ等しくなっているのに対して、道路幅員が7.5～9.0mで再び危険度が高くなる傾向があることは、積雪寒冷地の道路設計において考慮すべき重要な問題点であると考えられる。

表5 天候と道路形状別危険度

道路形状	夏 期		冬 期			合 計	
	晴	雨	晴	曇	雪		
交 差 点	交差点内	1.00	0.82	0.78	0.76	0.52	0.73
	横断歩道上	1.00	1.86	1.06	1.03	0.83	0.87
	周上附近	1.00	1.07	1.43	1.45	1.16	1.37
	合 計	1.00	0.98	0.99	0.98	0.72	0.92
単 路	横断歩道上	1.00	1.14	0.97	0.86	0.63	0.82
	周上附近	1.00	1.18	1.18	0.95	1.21	0.96
	屈曲等	1.00	1.62	1.44	1.28	1.47	1.07
	坂 道	1.00	1.14	1.39	1.36	2.29	1.54
路 線	直 線	1.00	0.97	0.97	1.00	1.27	1.08
	合 計	1.00	1.02	1.04	1.02	1.29	1.08

表6 交差点通過速度の比較(丸境)

車 種	夏期 (km/hr)		冬期 (km/hr)		冬期/夏期 (%)	
	東-西	西-東	東-西	西-東	東-西	西-東
乗 用 車	27.0	22.7	19.4	19.4	71.9	85.5
小型貨物	25.2	24.1	19.7	18.3	78.2	75.9
大型貨物	24.9	22.5	19.2	16.2	77.1	72.0
バ ス	23.8	24.7	18.2	17.6	76.5	71.3

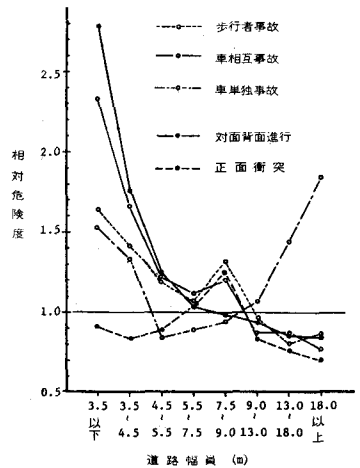


図7 道路幅員と事故類型との関係

4-4 時間別危険度の比較

1日の時間帯について天候別および事故類型別の相対的危険度を図8に示す。天候別に見ると、晴れの状態では9時~15時の間の危険度が高く、とくに12時前後の危険度が高くなっており、早朝および夜間の危険度は低くなる傾向がある。これに対して曇りおよび降雪時の変化パターンはこれと大きく異なり、早朝および夜間の危険度が非常に高くなっている。夏期の降雨時ではこの傾向が著しくなっている。

さらに事故類型について見ると、歩行者事故と車両単独事故では一定のパターンを示さず、1.0を中心にして上下に変動をくり返しているが、車両相互事故では天候が晴れの状態のパターンと類似した変動パターンを示し、日中で危険度が高く、早朝および夜間での危険度が低くなっている。

これらの時間変動パターンは交通量の変動パターンに影響されるものと考えられる。そこで交通量に対する事故発生の比率によって危険度の時間変動パターンを示して見ると図9のようになる。冬期における交通量の時間変動と事故発生の時間変動比率は6時~12時の間で高い値を示し、8時には2.29という高いピーク値を示している。逆に、0時~6時の間では交通量に対して低い事故発生率であり、3時には0.43と最低の値となっている。その他の時間帯では交通量に対して若干低い発生率であるがほぼ安定したパターンとなっている。これに対して夏期の場合の特徴は23時~4時頃までの深夜と早朝において高い事故発生率であり、他の時間帯ではほぼ交通量の比率に等しい変動パターンとなっている。

以上のことから、冬期における交通事故発生の時間変動は天候に大きく影響されて悪天候の状態では早朝および夜間の発生率が高くなるが、全体的に見ると日中の発生率が高く、とくに交通量の時間変動を考慮すれば午前中に多発する傾向があることがわかる。

4-5 車種別危険度の比較

事故当事者の車種別相対危険度を表7に示す。第1当事者について見ると、貨物車種の危険度が高くなる傾向にある。とくに大型貨物車の危険度が非常に高くなり、また特定大型貨物車の危険度が高くなっている。乗用車種ではバスの危険度がかなり高くなっているのが注目される。このように、冬期には大型車両の事故発生率が高くなる傾向にあるが、このことは事故の被害を大きくすることにつながる。したがって、これらの車種の事故防止対策が重要となる。さらに第2当事者について見る

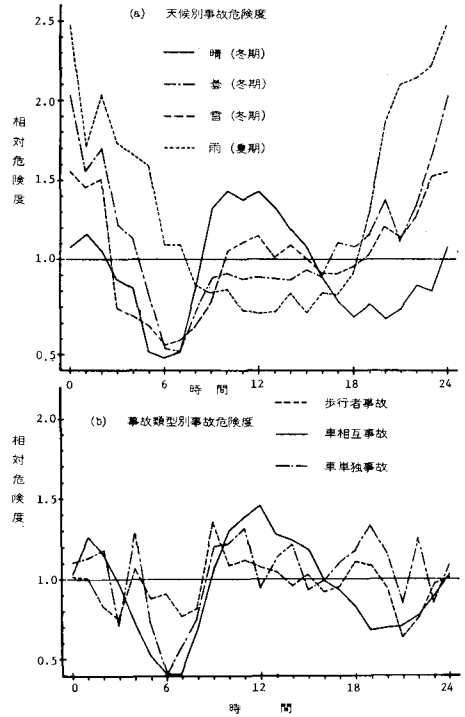


図8 天候と事故類型別危険度の時間変化

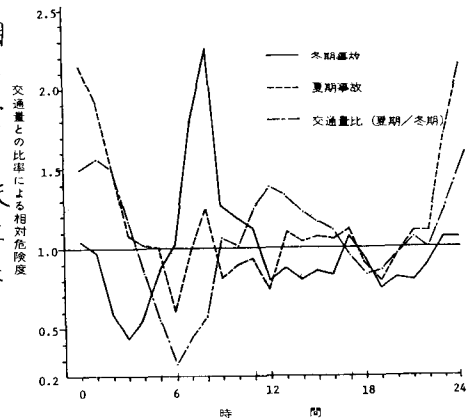


図9 交通量に対する事故危険度の時間変化

表7 車種別危険度

車種	第1当事者				第2当事者		
	件	率	件	率	相対危険度	相対危険度	
乗用	バス	80	1.45	111	2.02	1.39	1.03
	マイクロ	30	0.54	29	0.53	0.98	1.17
	普通	3286	59.41	2852	51.92	0.87	0.96
	軽四	216	3.91	193	3.51	0.90	1.12
貨物	特定大型	86	1.55	105	1.91	1.23	1.11
	大型	184	3.33	341	6.21	1.86	1.24
	普通	1561	28.22	1801	32.79	1.16	1.05
	軽四	88	1.59	61	1.11	0.70	1.18

と、普通乗用車以外のすべての車種の事故に含まれる危険度が高くなっている。この場合においても大型貨物車の危険度が最も高くなっている。さらに、マイクロバスと軽四輪車の危険度が才一当事者の場合に比べて高くなっているのが注目される。

つぎに、いくつかの車種について運転経験年数別の相対危険度を示すと図10のようになる。車種によって変化パターンが異なっているが、共通していることは運転経験2年以下の運転者の危険度が低く、逆に経験年数20年以上の運転者の危険度が著しく高くなっていることである。これらのことは、これらのことは、冬期における運転経験年数の少ない者ほど事故を起こす危険性が高いというこれまでの一般的な認識とは異なる結果である。また、運転経験20年以上の運転者の危険度が著しく高くなることは注目されることであるが、おそらく年齢が影響しているものと考えられる。これらについては今後より詳細な分析によってその影響度を把握することが必要であろう。

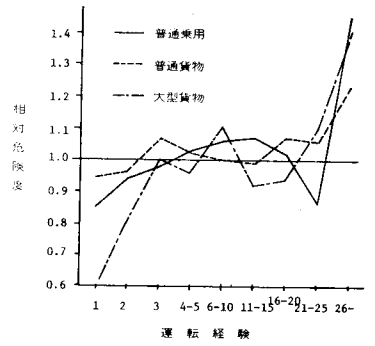


図-10 運転経験年数別危険度

5. 冬期における安全対策と今後の研究課題

以上示した分析結果にもとづいて、冬期道路の安全対策および今後の研究課題について若干の考察を試みる。冬期積雪時の安全対策の基本の才一は、道路表面から雪氷を除去した無雪氷路面を確保することである。実際問題としては、事故発生危険性の高い、あるいはすべり易い場所への除雪氷剤の散布やロードヒーティングを実施することである。とくに、運転者が冬期の環境条件に慣れていない期間、雪の降り始めや結氷時期にこのことが必要となる。才二に、気象や路面状態に関する情報が運転者に迅速にかつ的確に伝達されるコミュニケーションシステムの確立である。このことはとくに高速道路において重要となる。才三に、積雪寒冷地の幹線道路は完全に分離することが必要であり、さらに少なくとも4車線の幅員を確保することが最低条件であると考えられる。さらに根本的には、すべり現象や車両安定条件を十分に考慮した幾何設計基準を確立することが必要となる。才四に、運転者教育として、冬期の道路条件とくに雪氷路面を走行する技術を十分に身につけ、経験を積み機会を与えることが必要である。そのため、冬期間に雪氷で被われたドライビングコースを設置することが考えられる。これは雪氷路面上での緊急停止やその他の各種の動作に対する雪氷路面と車両の相互関係や安定条件を身をもって体験し、運転技術および能力の向上に役立つものと考えられる。才五に、冬期事故の分析やアンケート調査などの結果を活用し、運転者の冬期道路に対する安全意識の向上を図ることが必要となる。

以上の基本的なことからふまえて、今後の研究課題と考えられる事項を示すと、(1)冬期道路の交通現象の詳細な解明と事故発生との関係の把握、(2)冬期の気象条件と事故発生との関係の把握、(3)雪氷路面とタイヤ間のすべり現象の解明、(4)雪氷路面の物理的な性質を考慮した道路幾何構造設計基準の設定、などが挙げられる。そして、これらの問題については著者らが北海道大学工学部土木工学科の加来研究室を中心として、道警、行政機関、団体等の協力を得て調査研究を続けているところである。

最後に本論の分析に用いた交通事故データを提供された北海道警察本部交通企画課の御厚意、並びにデータの整理と分析に協力された空蘭工大土木工学科石井寛一助手に感謝の意を表します。なお、データの処理は北海道大学大型計算センターFACOM 230-75で行なったことを附記する。