

蛇紋岩地域における大気中アスベスト濃度について

高岡真司・廣橋俊郎・原田浩平
松村浩明・矢部武男

1. 調査目的

本県は県中央部に蛇紋岩地域を有し、古くから蛇紋岩を工業用原料として採掘、出荷している。この蛇紋岩にはアスベストが含まれることがあるため、この地域の大気中のアスベスト濃度を把握する目的で、昭和62年度、平成元年度、平成3年度の3ヶ年の夏期、冬期にモニタリング調査を実施したので、その結果について報告する。

2. 調査時期

昭和62年、平成元年、平成3年の夏期、冬期各連続3日間

3. 調査地域

発生源周辺地域(蛇紋岩地域)……………高知市
バックグラウンド地域(農業地域)……………土佐市
バックグラウンド地域(内陸山間地域)……土佐町

(1) 発生源周辺地域(蛇紋岩地域)

1) 人口・面積等

高知市の北西部、四国山地の南端に位置し、周辺には蛇紋岩の鉱脈が分布している。四方100~300m程度の山に囲まれて盆地状をなし、中央部を川が貫流している。地域の所帯数は154戸、人口478人(平成4年1月1日)で、面積は4.107km²である。

2) 土地利用

調査地点の近傍には蛇紋岩採石場2ヶ所、破碎選鉱場1ヶ所の他に廃採石場が3ヶ所あり、広範に蛇紋岩及び角閃岩が露出している。川に沿って田畑が発達し、米作及びビニールハウスによる野菜を栽培している。

調査地域内には蛇紋岩採石場と廃止された3ヶ所の蛇紋岩採石場があるが、それ以外に石綿発生事業所はない。

調査地点は、昭和62年と平成元年は蛇紋岩採石場から700m~1kmの居住地域内に、平成3年度は700mの居住地域内にそれぞれ選定した。

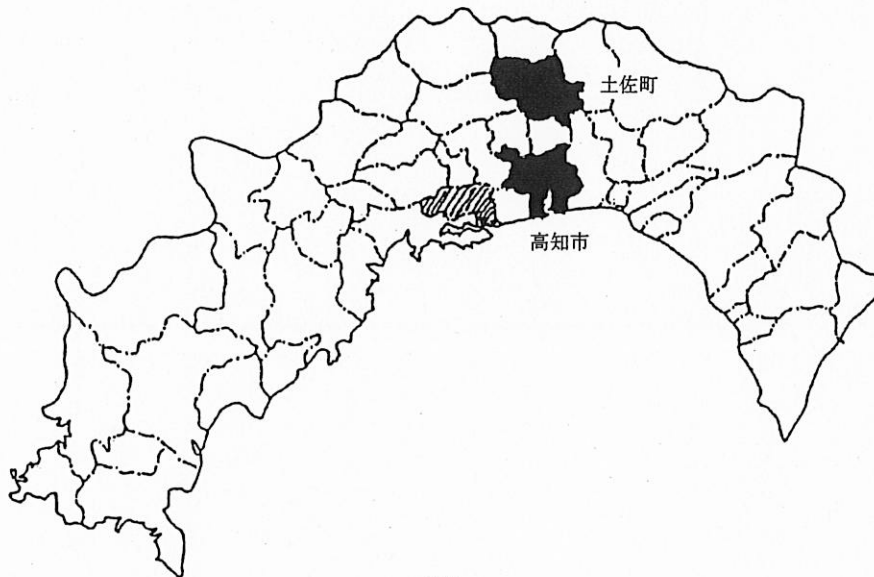


図1

3) 交通様態・産業活動等

調査地点付近には、南北に県道が走っているが、高知県道路課の資料（平成2年9月）によると、24時間交通量は3,900台、昼夜率1.27である。

蛇紋岩採石場以外には、製造事業所はなく、主として農業、酪農が行われている。

(2) バックグラウンド地域（農業地域と内陸山間地域）

1) 人口・面積等

農業地域は、土佐市の中央部で人口2,114人、面積12.1km²の地域で、内陸山間地域は、県北部に位置した土佐町内の大きなダムのある人口460人、面積1.15km²の山間部で、いずれも周辺環境の良好な地域である。

2) 土地利用

農業地域は、平野が広く水田が発達し、施設園芸が盛んである。内陸山間地域は、北にダム湖、南には標高約350mの山並のある山間部にあり、果樹、林業、観光が主体の地域である。

いずれの地域にも石綿発生事業所はなく、周辺に蛇紋岩地質もない。

3) 交通様態

両調査地域とも地域内に県道が走っているが、高知県道路課の資料（昭和63年10月と平成2年9月）によると、24時間交通量は、農業地域で700台、昼夜率1.19、内陸山間地域で1,600台、昼夜率1.27である。

4. 蛇紋岩の産出

1) 産出量

本県の工業用蛇紋岩の産出量は、表1のとおりで、全国の産出量の約3/4を占めている。

表1 生産量 (単位:千トン)

	60年	61年	62年	63年	元年	2年
高知県	1,481	1,686	1,555	1,737	1,755	1,920
全国	1,913	2,130	1,924	2,222	2,566	2,385
高知県/全国	78%	79%	81%	78%	68%	81%

高知県地場産業課調べ

この工業用蛇紋岩は製鉄の際、脱硫・造滓用のため、鉄鋼（高炉）用に向けられる。使用方法としては、①5mmアンダーの粉を“焼結鉱”ペレットの原料（95%）として使用する。②塊をそのまま高炉投入用（5%）として使用する。方法の2通りある。

2) 品位

本県の蛇紋岩の平均品位は表2のとおりである。

表2 蛇紋岩の平均品位 (単位:%)

Ig-Loss	SiO ₂	R ₂ O ₃	CaO	MgO
13.0	34.0	10.0	0.3	42.0

(注) R₂O₃とはAl₂O₃、Fe₂O₃等の金属酸化物成分の総称。

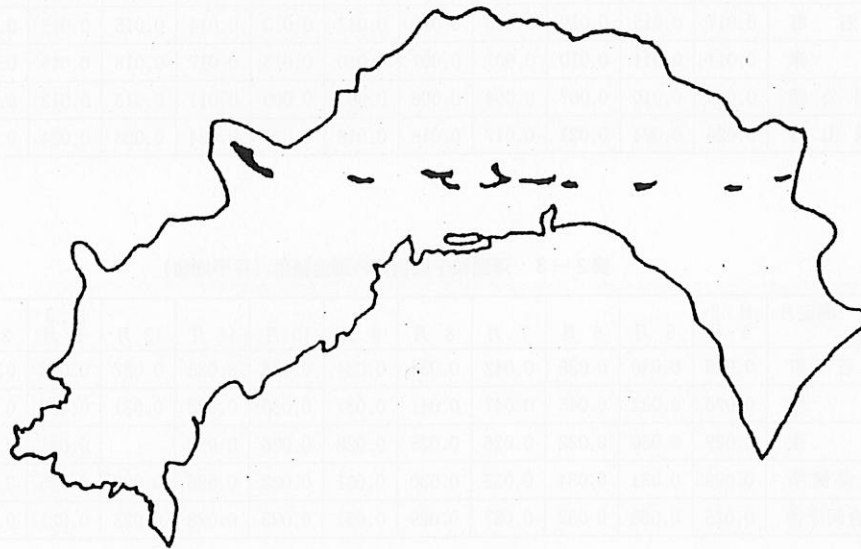
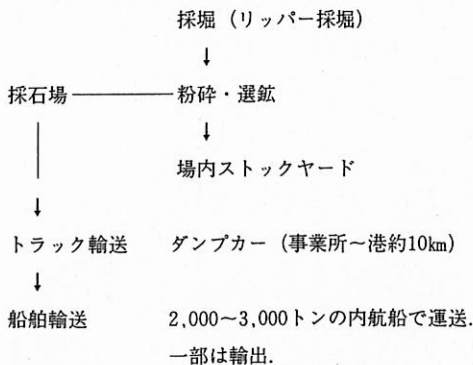


図2 蛇紋岩分布図

3) 工程

採掘及び運送の工程は次のとおりである。



4) 分布

本県の蛇紋岩の分布を図2に示す。

5) 採石場

調査地域周辺では、以前は6事業所において採掘等が行われていたが、現在は表3の2事業所においてのみ行われている。

表3 蛇紋岩採石場

採石場	A	B
事業内容	採石, 破碎, 選鉱	採石のみ
採石量	蛇紋岩30,000t/年	蛇紋岩845,000t/年
採石面積	166,245m ²	85,800m ²
粉じん発生施設	1 破碎機 75kW (シャワー) 2 ふるい 15kW (集塵機なし) 3 破碎機 110kW*2基 (バッグフィルター)	なし

5. 調査方法

(1) 試料採取

1) 試料採取装置・器具

- オープンフェイス型サンプラー
：柴田科学器械工業KK
- メンブランフィルター (Type AA, 孔径0.8 μm, φ=47mm)
：ミリポア製
- アスマン温湿度計
- 風向風速計
：可搬式微風風向風速計

2) 試料採取の気象条件

試料採取は、原則として前日及び当日が強風あるいは降雨でない場合に実施した。なお採取

開始後に弱い降雨のあった場合は、フィルターに雨滴が当たらないように傘を上部に装着して行った。

3) 試料採取方法

メンブランフィルターをオープンフェイス型のホルダーに装着し、フィルターの採じん面を地面に対して垂直に、地上1.5mの高さに固定した。吸引流量は10 l/min, サンプルの捕集時間は4時間とし、サンプリング終了後はフィルターを密閉容器の中に収納し、分析に供した。

(2) 標本の作成および計数

1) 器具・試薬

- スライドガラス
：JIS R3703, 顕微鏡用スライドガラス, 等級1種, 厚さNo. 2
- カバーガラス
：JIS R3702, 顕微鏡用カバーガラス, 等級1種, 厚さNo. 1-S

干渉位相差顕微鏡

- ：日本光学KK, S-IP
- アイピースグレイティクル
- メンブランフィルター (Type AA, 孔径0.8 μm, φ=47mm)
：ミリポア製

アセトン蒸気発生装置：柴田科学器械工業KK

2) 作成法

標本の作成に使用するスライドガラス及びデッキガラスは使用する前に、超音波洗浄装置を用いて洗浄し、アルコールに浸してから、清浄なガーゼで拭いて置く。粉じんを捕集したメンブランフィルターを格納してある容器から取り出し、フィルターを4等分する。スライドガラスのほぼ中央にフィルターをのせ、アセトン蒸気発生装置によって発生させたアセトン蒸気に当てる。透明になったフィルターのほぼ中央にトリアセチン1滴を滴下し、その上にカバーガラスをのせて固定する。

3) 計数法

計数には位相差顕微鏡を使用し、接眼鏡の中にアイピースグレイティクルを入れ、倍率は400倍 (対物鏡×40, 接眼鏡×10) とした。計数に先立ち、倍率100倍でフィルター上に粉じんがほぼ均一に捕集されていることを確認し、計数を行う視野をランダムに選ぶ。繊維の計数は、5 μm以上の長さで、長さとの比が3 : 1以上のものについて、繊維数が200本以上に

なるまであるいは50視野について行った。
 繊維数濃度は次式によって求めた。

$$F = N \cdot A / a \cdot V \cdot n$$

- F : 繊維数濃度 (繊維数(f)/ℓ)
- N : 計数繊維総数 (繊維数(f))
- A : 採じん面積 (962mm²)
- a : 顕微鏡で計数した視野面積 (0.17mm²)
- V : 採気量 (ℓ)
- n : 計数した視野の数

6. 調査結果

年度毎の調査結果個別表を表4～表13に、総括を表14に示す。

蛇紋岩地域のアスベスト数は0.23～2.41f/ℓで、幾何平均値は0.78f/ℓであった。

バックグラウンド地域のアスベスト数は0.14～1.47f/ℓで、幾何平均値は0.44f/ℓであった。

両地域とも夏期より冬期が高い値を示した。

蛇紋岩地域がバックグラウンド地域より若干高い値を示したが、表15に示した環境庁のモニタリング調査結果と比較しても低い数値であった。

表4 昭和62年度調査結果(発生源周辺地域 地点A)

調査地域	所在地	調査地点	調査時期	調査日時	気象状況 (天候, 主風向, 主風速等)	検体No	繊維数濃度 (f/l)		備考
							総繊維数	アスベスト数	
発生源周辺 蛇紋岩地域	高知市	A	夏期	9/02 11:00~15:00	晴れのち曇り calm		1.79	0.89	
				9/03 11:00~15:00	晴れのち曇り SE 2.0m/s		1.41	0.37	
				9/04 11:00~15:00	快晴 SE 2.1m/s		1.13	0.23	
				平均値			1.42	0.42	
				幾何標準偏差値			1.21	1.75	
			冬期	12/14 11:00~15:00	快晴 calm		1.74	0.99	
				12/15 11:00~15:00	晴時々曇り calm		1.13	0.80	
				12/16 11:00~15:00	快晴 W 0.5m/s		2.26	1.60	
				平均値			1.64	1.08	
			幾何標準偏差値			1.33	1.34		
			全体	平均値			1.53	0.68	
幾何標準偏差値				1.29	1.91				

表5 昭和62年度調査結果(発生源周辺地域 地点B)

調査地域	所在地	調査地点	調査時期	調査日時	気象状況 (天候, 主風向, 主風速等)	検体No	繊維数濃度 (f/l)		備考
							総繊維数	アスベスト数	
発生源周辺 蛇紋岩地域	高知市	B	夏期	9/02 11:05~15:05	晴れのち曇り calm		1.65	0.52	
				9/03 11:05~15:05	晴れのち曇り SE 2.0m/s		1.74	0.61	
				9/04 11:05~15:05	曇り時々小雨 SE 2.1m/s		2.22	0.76	
				平均値			1.85	0.62	
				幾何標準偏差値			1.14	1.17	
			冬期	12/14 11:05~15:05	快晴 calm		1.13	0.89	
				12/15 11:05~15:05	晴時々曇り calm		1.04	0.52	
				12/16 11:05~15:05	快晴 W 2.1m/s		1.32	0.99	
				平均値			1.16	0.77	
			幾何標準偏差値			1.11	1.33		
			全体	平均値			1.47	0.69	
幾何標準偏差値				1.30	1.29				

表6 平成元年度調査結果(発生源周辺地域 地点A)

調査地域	所在地	調査地点	調査時期	調査日時	気象状況 (天候, 主風向, 主風速等)	検体No	繊維数濃度 (f/l)		備考
							総繊維数	アスベスト数	
発生源周辺 蛇紋岩地域	高知市	A	夏期	8/28 11:00~15:00	晴れ ESE 1.4m/s	3911	1.10	0.26	
				8/29 10:00~14:00	晴れ SE 0.8m/s	3912	0.97	0.32	
				9/04 10:00~14:00	晴れ ESE 1.4m/s	3913	1.21	0.48	
				平均値			1.08	0.34	
				幾何標準偏差値			1.12	1.37	
			冬期	12/11 11:00~15:00	晴れ SE 0.8m/s	3951	3.07	1.18	
				12/12 10:00~14:00	晴れ時々曇り SE 0.7m/s	3952	2.20	0.78	
				12/13 10:00~14:00	曇のち晴れ SSE 0.8m/s	3953	3.33	1.32	
				平均値			2.82	1.06	
				幾何標準偏差値			1.25	1.32	
			全体	平均値			1.75	0.60	
				幾何標準偏差値			1.72	1.97	

表7 平成元年度調査結果(発生源周辺地域 地点B)

調査地域	所在地	調査地点	調査時期	調査日時	気象状況 (天候, 主風向, 主風速等)	検体No	繊維数濃度 (f/l)		備考
							総繊維数	アスベスト数	
発生源周辺 蛇紋岩地域	高知市	B	夏期	8/28 11:00~15:00	晴れ ESE 1.4m/s	3921	1.93	0.71	
				8/29 10:00~14:00	晴れ SE 0.8m/s	3922	1.74	0.80	
				9/04 10:00~14:00	晴れ ESE 1.4m/s	3923	3.24	1.13	
				平均値			2.21	0.86	
				幾何標準偏差値			1.40	1.27	
			冬期	12/11 11:00~15:00	晴れ SE 0.8m/s	3961	3.54	1.70	
				12/12 10:00~14:00	晴時々曇り SE 0.7m/s	3962	4.78	2.39	
				12/13 10:00~14:00	曇り後晴れ SSE 0.8m/s	3963	4.40	2.41	
				平均値			4.20	2.13	
				幾何標準偏差値			1.17	1.22	
			全体	平均値			3.05	1.35	
				幾何標準偏差値			1.52	1.71	

表8 平成元年度調査結果(バックグラウンド地域 地点E)

調査地域	所在地	調査地点	調査時期	調査日時	気象状況 (天候, 主風向, 主風速等)	検体No	繊維数濃度 (f/l)		備考
							総繊維数	アスベスト数	
バックグラウンド地域 農業地域	土佐市	E	夏期	9/11 11:00~15:00	晴れ SSE 1.0m/s	3931	1.16	0.22	
				9/12 11:00~15:00	晴れのち曇り SSE 0.8m/s	3932	1.27	0.14	
				9/21 11:10~15:10	晴れのち曇り S 0.9m/s	3933	1.56	0.24	
				平均値			1.31	0.19	
				幾何標準偏差値			1.16	1.33	
			冬期	12/18 12:00~16:00	晴れ SE 0.7m/s	3971	3.08	1.12	
				12/19 10:00~14:00	晴れ SE 2.2m/s	3972	3.94	0.89	
				12/20 10:00~14:00	晴れ SSE 0.5m/s	3973	4.45	1.47	
				平均値			3.77	1.13	
			幾何標準偏差値			1.21	1.29		
			全体	平均値			2.23	0.47	
幾何標準偏差値				1.82	2.71				

表9 平成元年度調査結果 (バックグラウンド地域 地点F)

調査地域	所在地	調査地点	調査時期	調査日時	気象状況 (天候, 主風向, 主風速等)	検体No	繊維数濃度 (f/l)		備考
							総繊維数	アスベスト数	
バックグラウンド地域 農業地域	土佐市	F	夏期	9/11 11:00~15:00	晴れ SSE 1.0m/s	3941	2.23	0.42	
				9/12 11:00~15:00	晴れのち曇り SSE 0.8m/s	3942	2.52	0.57	
				9/21 11:10~15:10	晴れのち曇り S 0.9m/s	3943	2.03	0.47	
				平均値			2.25	0.48	
				幾何標準偏差値			1.11	1.17	
			冬期	12/18 12:00~16:00	晴れ SE 0.7m/s	3981	5.25	1.31	
				12/19 10:00~14:00	晴れ SE 2.2m/s	3982	4.81	1.07	
				12/20 10:00~14:00	快晴 SSE 0.5m/s	3983	3.86	0.75	
				平均値			4.60	1.01	
			幾何標準偏差値			1.17	1.33		
			全体	平均値			3.21	0.70	
				幾何標準偏差値			1.51	1.58	

表10 平成3年度調査結果 (発生源周辺地域 地点C)

調査地域	所在地	調査地点	調査時期	調査日時	気象状況 (天候, 主風向, 主風速等)	検体No	繊維数濃度 (f/l)		備考
							総繊維数	アスベスト数	
発生源周辺 蛇紋岩地域	高知市	C	夏期	9/10 10:00~14:00	晴れ calm	10910A	1.29	0.82	
				9/11 10:30~14:30	晴れのち曇り S 0.5m/s	10911A	1.81	1.23	
				9/12 10:30~14:30	曇り時々小雨 S 0.5m/s	10912A	2.25	1.58	
				平均値			1.74	1.17	
				幾何標準偏差値			1.26	1.31	
			冬期	12/09 10:30~14:30	晴れ SW 1.0m/s	11209A	0.56	0.33	
				12/10 11:00~15:00	快晴 S 0.8m/s	11210A	0.82	0.62	
				12/11 10:30~14:30	小雨のち曇り SW 0.5m/s	11211A	1.30	0.86	
				平均値			0.84	0.56	
			幾何標準偏差値			1.41	1.49		
			全体	平均値			1.21	0.81	
				幾何標準偏差値			1.59	1.65	

表11 平成3年度調査結果 (発生源周辺地域 地点D)

調査地域	所在地	調査地点	調査時期	調査日時	気象状況 (天候, 主風向, 主風速等)	検体No	繊維数濃度 (f/l)		備考
							総繊維数	アスベスト数	
発生源周辺 蛇紋岩地域	高知市	D	夏期	9/10 10:30~14:30	晴れ calm	10910B	1.09	0.73	
				9/11 10:30~14:30	晴れのち曇り calm	10911B	1.66	1.15	
				9/12 10:30~14:30	曇り時々小雨 calm	10912B	1.37	1.06	
				平均値			1.35	0.96	
				幾何標準偏差値			1.19	1.22	
			冬期	12/09 11:00~15:00	晴れ SW 1.0m/s	11209B	0.72	0.52	
				12/10 11:00~15:00	快晴 S 0.8m/s	11210B	0.63	0.41	
				12/11 11:00~15:00	小雨のち曇り SW 0.5m/s	11211B	1.07	0.85	
				平均値			0.79	0.57	
			幾何標準偏差値			1.25	1.35		
			全体	平均値			1.03	0.74	
				幾何標準偏差値			1.40	1.45	

表12 平成3年度調査結果 (バックグラウンド地域 地点G)

調査地域	所在地	調査地点	調査時期	調査日時	気象状況 (天候, 主風向, 主風速等)	検体No	繊維数濃度 (f/l)		備考
							総繊維数	アスベスト数	
バックグラウンド地域 内陸山間地域	土佐町	G	夏期	8/14 12:30~16:30	晴れ calm	10814C	0.29	0.20	
				8/15 9:00~13:00	晴れ calm	10815C	0.34	0.30	
				8/16 9:00~13:00	晴れのち曇り calm	10816C	0.44	0.25	
				平均値			0.35	0.25	
				幾何標準偏差値			1.19	1.18	
			冬期	12/04 10:30~14:30	快晴 calm	11204C	0.58	0.32	
				12/05 10:30~14:30	曇り calm	11205C	0.80	0.43	
				12/06 10:00~14:00	曇り calm	11206C	0.67	0.43	
				平均値			0.68	0.39	
			幾何標準偏差値			1.14	1.15		
			全体	平均値			0.49	0.31	
幾何標準偏差値				1.44	1.32				

表13 平成3年度調査結果 (バックグラウンド地域 地点H)

調査地域	所在地	調査地点	調査時期	調査日時	気象状況 (天候, 主風向, 主風速等)	検体No	繊維数濃度 (f/l)		備考
							総繊維数	アスベスト数	
バックグラウンド地域 内陸山間地域	土佐町	H	夏期	8/14 12:30~16:30	晴れ calm	10814D	0.19	0.16	
				8/15 9:00~13:00	晴れ calm	10815D	0.42	0.37	
				8/16 8:30~12:30	晴れのち曇り calm	10816D	0.47	0.29	
				平均値			0.33	0.26	
				幾何標準偏差値			1.50	1.42	
			冬期	12/04 11:00~15:00	快晴 calm	11204D	0.62	0.31	
				12/05 10:30~14:30	曇り calm	11205D	0.99	0.68	
				12/06 10:00~14:00	曇り calm	11206D	0.88	0.61	
				平均値			0.81	0.50	
			幾何標準偏差値			1.22	1.42		
			全体	平均値			0.52	0.36	
幾何標準偏差値				1.73	1.62				

表14 総括表

(単位: f/l)

調査地域名	調査時期	検体数	最小値~最大値	幾何平均値	幾何標準偏差
発生源周辺地域	夏期	18	0.23 ~ 1.58	0.67	1.71
	冬期	18	0.33 ~ 2.41	0.92	1.72
	全体	36	0.23 ~ 2.41	0.78	1.76
バックグラウンド地域	夏期	12	0.14 ~ 0.57	0.28	1.51
	冬期	12	0.31 ~ 1.47	0.69	1.67
	全体	24	0.14 ~ 1.47	0.44	1.92

表15 平成元年度アスベストモニタリング結果の概要 (環境庁)

(単位:f/l)

地 域	地点数	標本数	最小値～最大値	幾何平均	幾何標準偏差
バックグラウンドⅠ 注1	6	36	0.10～0.86	0.37	1.61
バックグラウンドⅡ 注2	18	114	0.06～2.13	0.47	1.91
発生源周辺Ⅰ 注3	8	48	0.07～1.35	0.34	2.20
発生源周辺Ⅱ 注4	15	88	1.23～35.4	2.07	2.97
発生源周辺Ⅲ 注5	16	96	0.00～18.7	0.54	3.75
総 計	63	382	0.00～35.4	0.65	3.22

注1 : 内陸山間地域, 離島地域

注2 : 住宅地域, 商工業地域, 農業地域

注3 : アスベスト製品製造事業所散在地域, 廃棄物処分場等周辺

注4 : アスベスト製品生産事業所周辺, 蛇紋岩地域

注5 : 高速道路沿線, 幹線道路沿線