

A photograph showing four researchers in a riverbed. One person is kneeling on a large rock on the left, writing on a clipboard. Another person is standing in the shallow water, holding a long measuring tape. A third person is standing on the right, also holding a measuring tape. A fourth person is standing in the water, holding a long measuring tape. The riverbed is covered with rocks and sediment. The text is overlaid on a semi-transparent dark rectangle in the center of the image.

巨礫を有する河道における線格子法と ふるい分け法を併用した 河床材料粒径分布の把握手法

渡邊康玄 北見工業大学 社会環境系
野宮良惟 株式会社エーティック
清家拓哉 株式会社開発工営社

	長所	短所
ふるい分け試験 (容積サンプリング法)	最大径が100 mm程度の場合, 最も精度の高い粒度分布が得られる	最大粒径が大きい場合, 試料が膨大になる
線格子法	最大粒径が大きい場合でも計測が容易	小粒径の材料を過小評価

ふるい分け試験(容積サンプリング法)必要試料量

JIS A 1204

「土の粒度試験方法」

JGS0132-2009

「石分を含む地盤材料の粒度試験方法」

最大粒径	必要最小質量
100mm	70kg
300mm	2,000kg

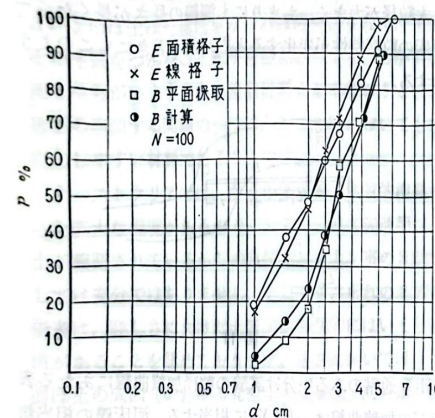
最大粒径	必要最小質量
125mm	100~200kg
300mm	750~1,500kg



線格子法

小粒径の河床材料は表面に出にくいことなど, 砂等の小粒径の材料が多く存在する場合の分布の把握には向かない

山本晃一: 礫河床のサンプリングと統計的処理, 土木技術資料 13-7, pp.40-44, 1971年7月.

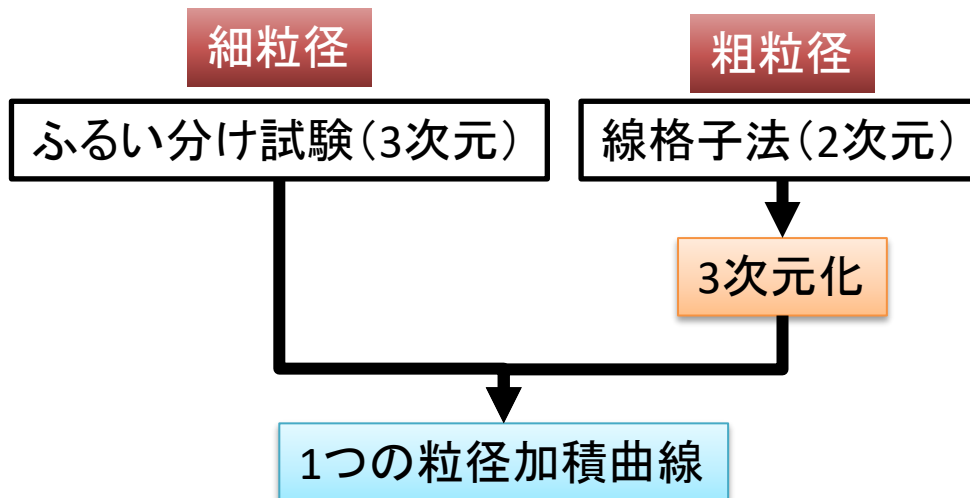


粒径分布の広い河床材料の的確な把握のための、
巨礫から細粒分までを統一的に表現する手法の開発

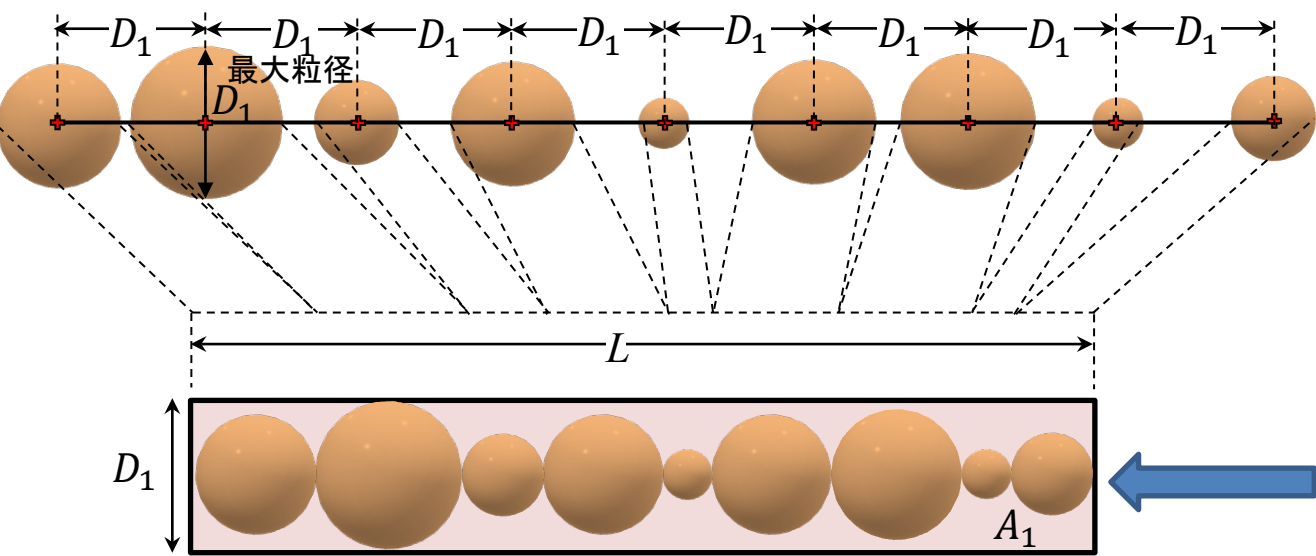
	対象粒径範囲	サンプリング
ふるい分け試験	0.075 mm～100 mm程度	容積サンプリング(3次元)
線格子法	10mm～300 mm以上	表面サンプリング(2次元)



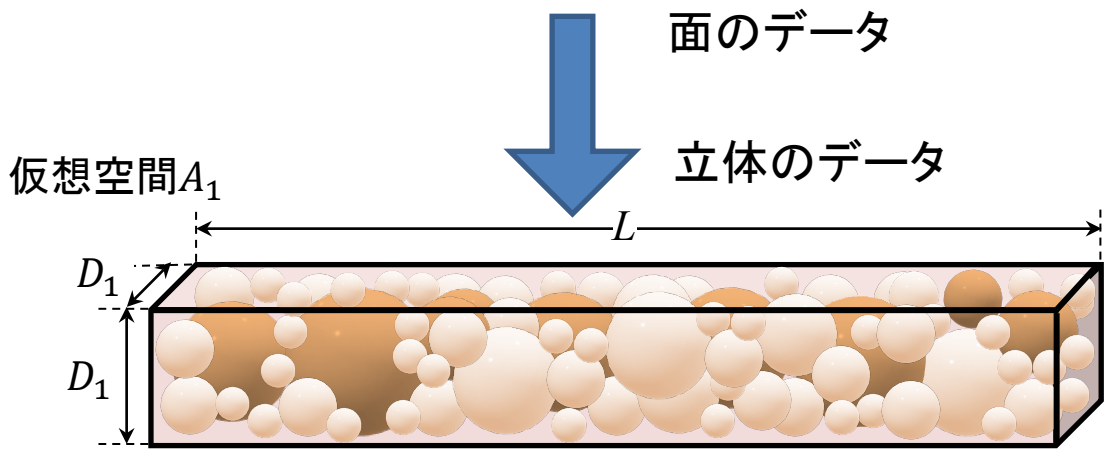
粒度分布が広い河床材料を1つの粒径加積曲線で表現する手法の開発



線格子法結果の3次元化



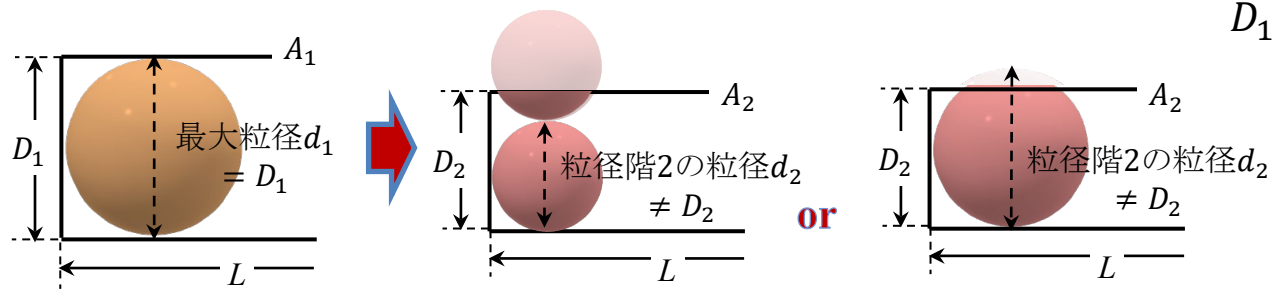
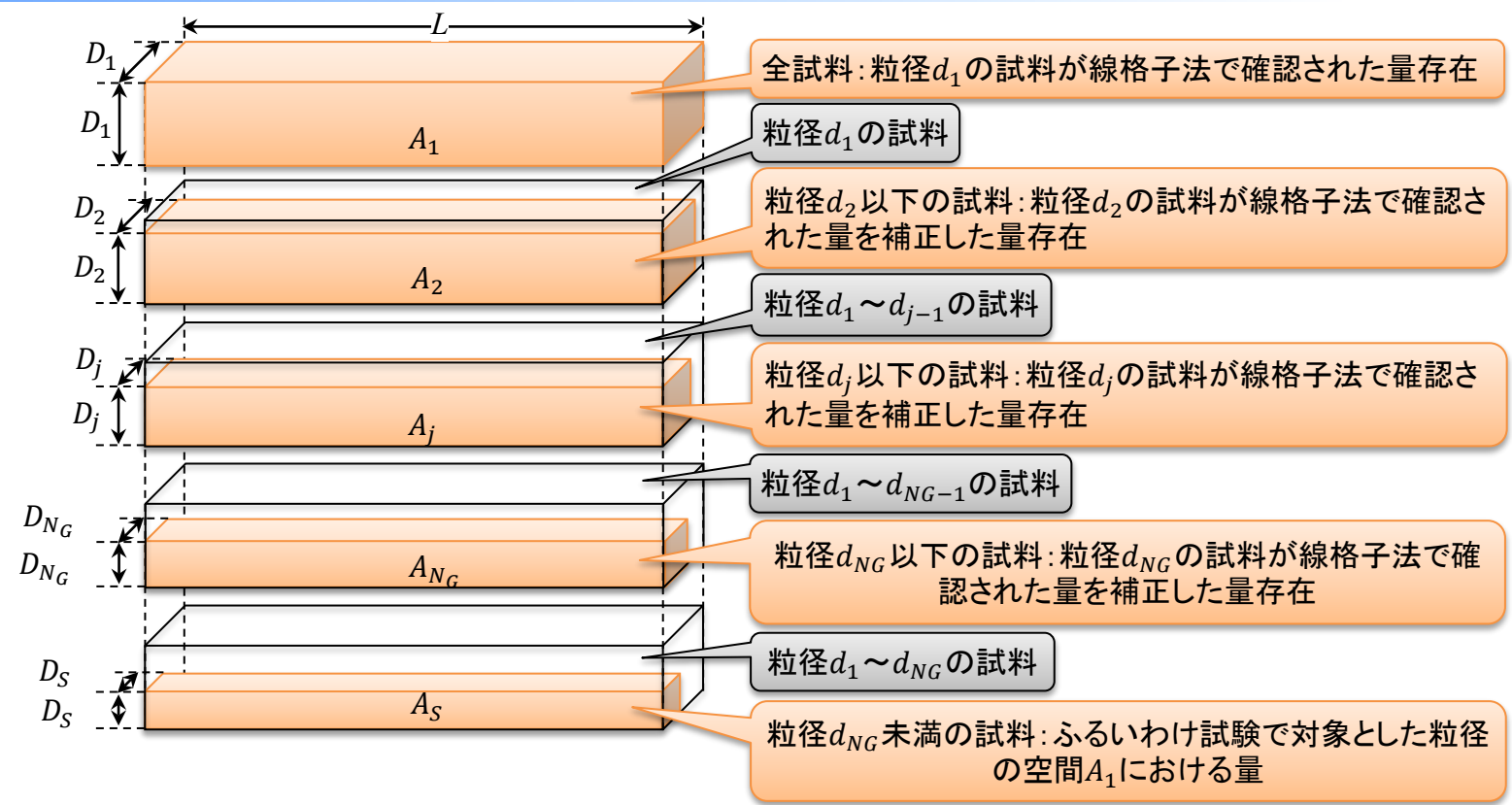
線格子法		
粒径階 <i>j</i>	採取個数 <i>i</i>	平均粒径
1 (最大)	n_1	d_1
2	n_2	d_2
...	...	...
$N_G - 1$	n_{N_G-1}	d_{N_G-1}
N_G	n_{N_G}	d_{N_G}



ふるい分け試験		
$N_G + 1$	-	d_{N_G+1}
$N_G + 2$	-	d_{N_G+2}
...	-	...
$N_G + N_S - 1$	-	$d_{N_G+N_S-1}$
$N_G + N_S$ (最小)	-	$d_{N_G+N_S}$

-  線格子でサンプリングされた河床材料
-  線格子対象粒径階の河床材料
-  ふるい分け試験対象粒径階の河床材料

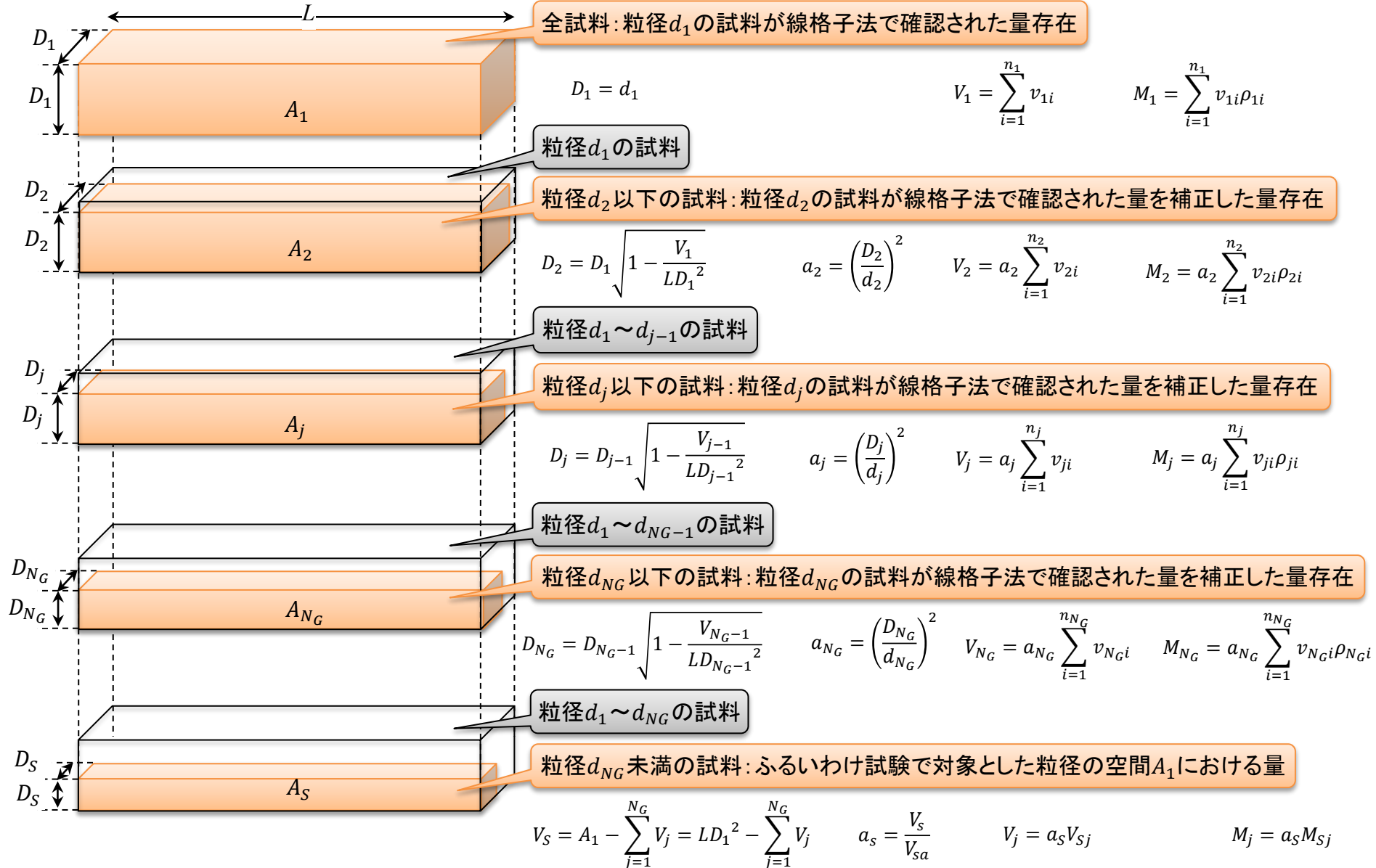
面のデータから立体のデータに変換



$$D_1 \times D_1 \times L = D_2 \times D_2 \times L + V_1$$

$$D_2 = D_1 \sqrt{1 - \frac{V_1}{LD_1^2}}$$

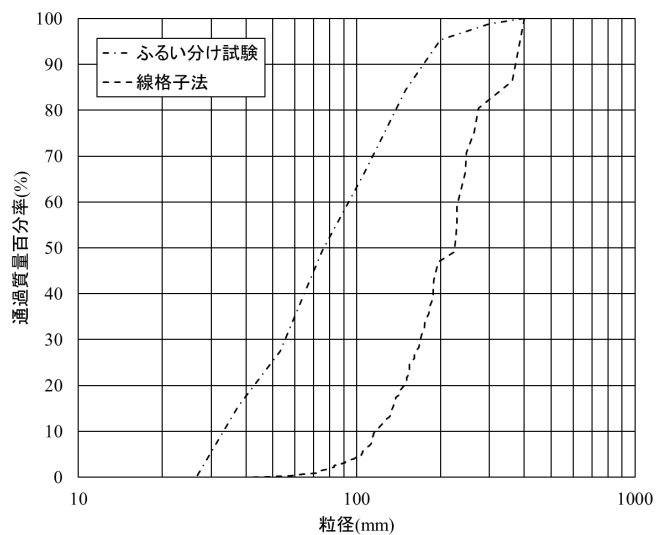
$$D_j = D_{j-1} \sqrt{1 - \frac{V_{j-1}}{LD_{j-1}^2}}$$



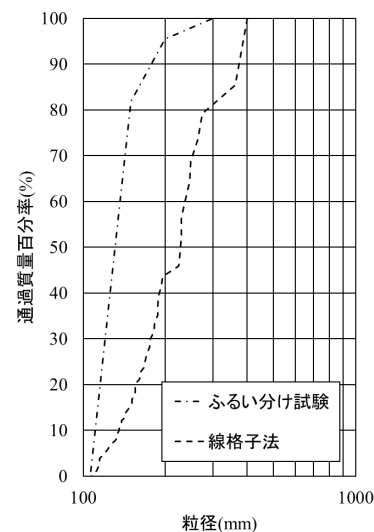
適用例1(戸蔭別川)



	採取方法	採取量	採取試料粒径範囲
ふるい分け試験	1～2 m四方で深さ50 cm程度まで×4か所	9,600kg	0.00144～362mm
線格子法	採取ライン50m×2本, 1m間隔	100個	29～400mm

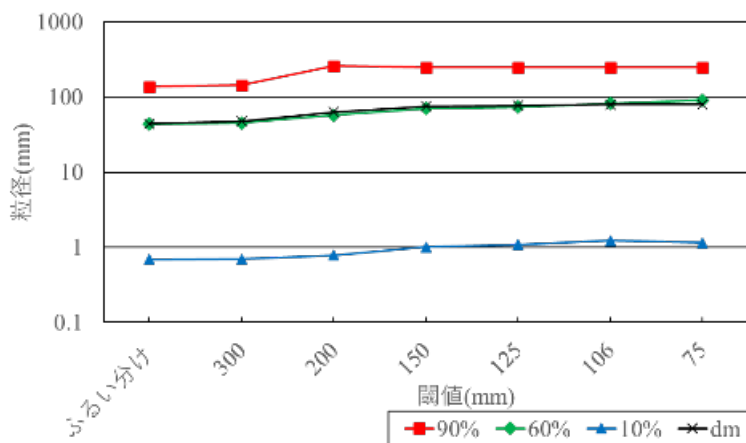
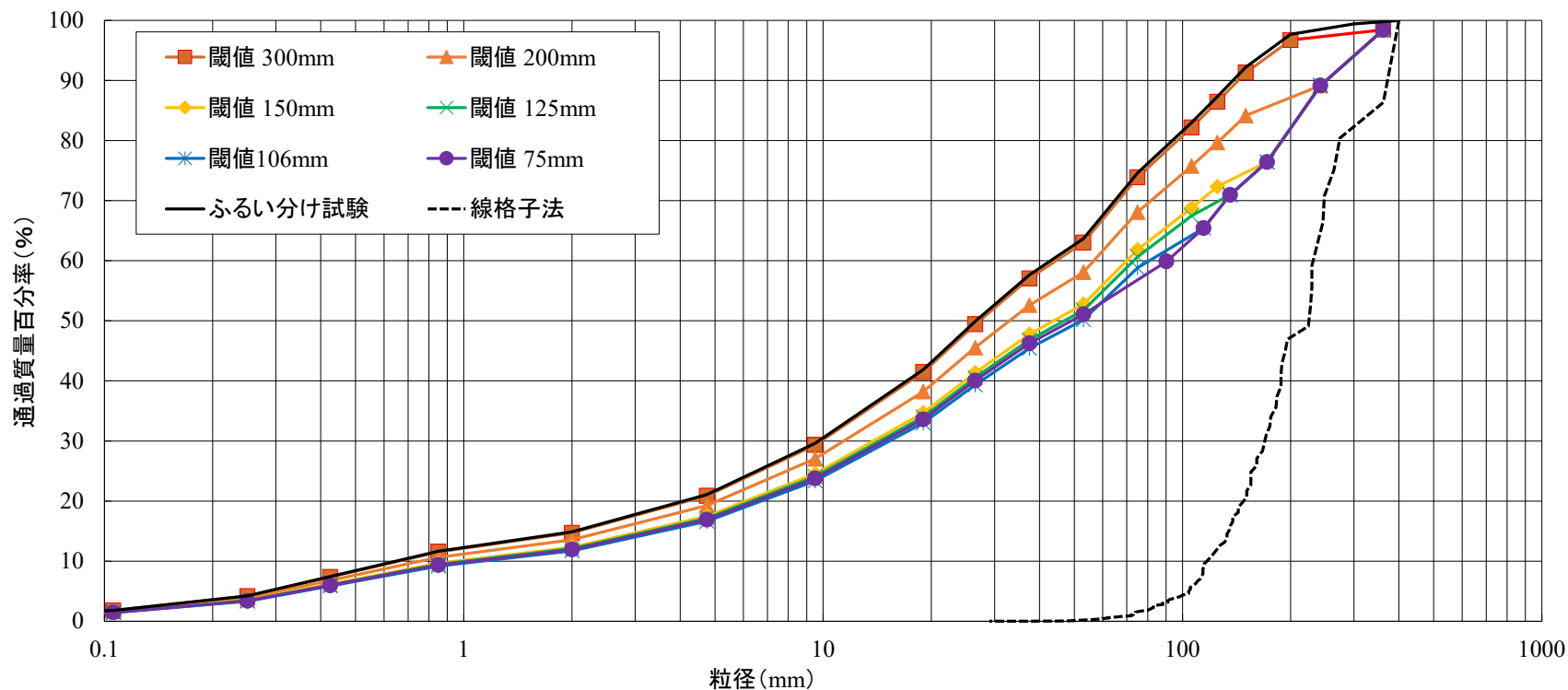


線格子法により採取された粒径範囲
(29mm～400mm)での比較



粒径100 mm以上での比較

3次元化された線格子法結果
→100mm以下の試料の存在
割合を過小評価

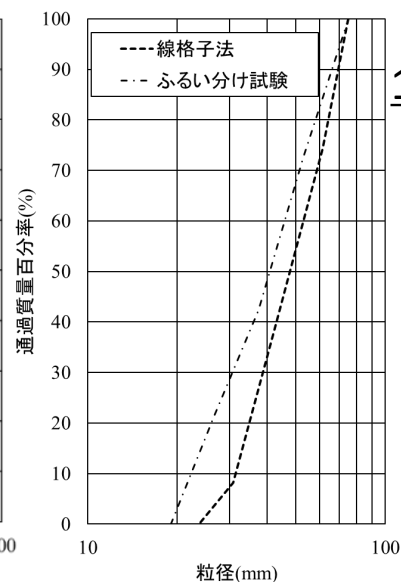
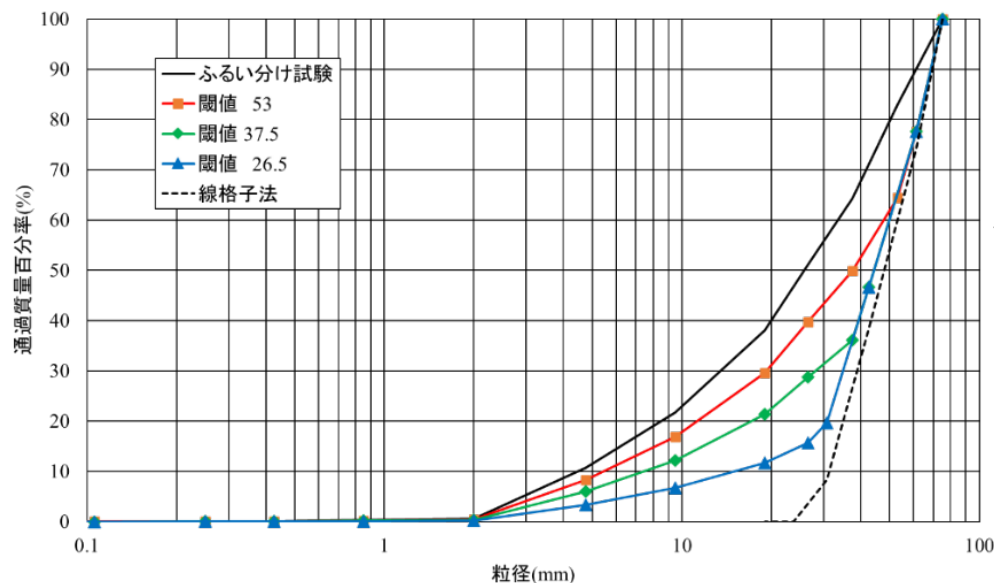


閾値を変化させても
10%, 60%, 90%, 平均粒径
に大きな違いはない

適用例2(無加川)



	採取方法	採取量	採取試料粒径範囲
ふるい分け試験	1～2 m四方で深さ50 cm程度まで×4か所	15kg	0.075～75mm
線格子法	採取ライン約5m十字×2か所, 0.1m間隔	100個×2か所	19～78mm

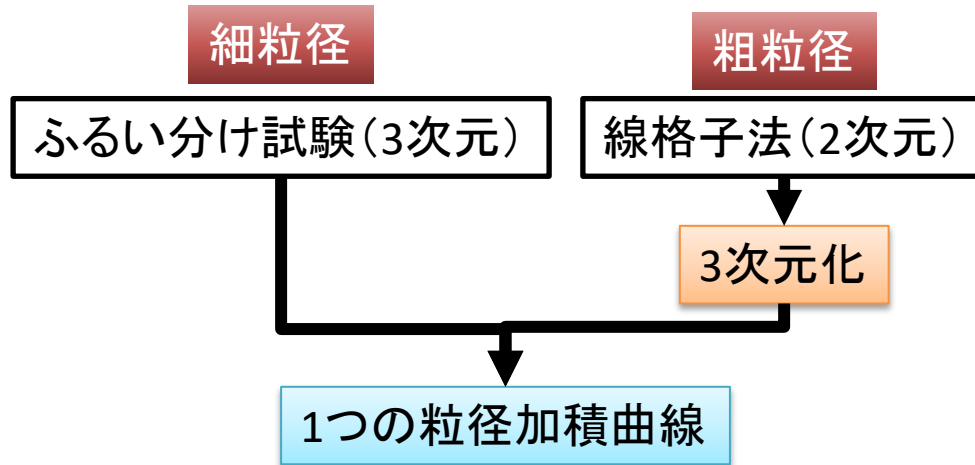


100mm以下の試料の場合

3次元化された
線格子法結果
→20～30mm以上で
ふるい分け試験と同
程度

線格子法により採取された粒径範囲
(19mm～78mm)での比較

粒度分布が広い河床材料を1つの粒径加積曲線で表現する手法の開発



これまで個別に実施されてきた大きな粒径を対象とした線格子法と、細かい粒径を対象としたふるい分け試験
→一つの粒径加積曲線で表示することを可能とした。

河床材料の質の時系列変化などを実施する場合に非常に有効な手法

- ふるい分け試験と線格子法による粒径分析結果を接続させる明確な閾値は、未解明
- 線格子法では、サンプリング範囲が広くなるため、狭いエリアを対象とした採取方法等も今後検討すべき事項である

- 1) 箱石憲昭，福島雅紀，櫻井寿之：山地河道における河床材料調査法，土木技術資料，53-11，pp.18-21,2011年11月.
- 2) 地盤工学会地盤調査法改定編集委員会；地盤材料試験の方法と解説，丸善，2009年11月.
- 3) 山本晃一：礫河床のサンプリングと統計的处理，土木技術資料13-7，pp.40-44，1971年7月.
- 4) 村上正人：シリーズ「はかる」河床材料調査，砂防学会誌，71巻，6号，pp.59-63，2019年3月.
- 5) 北海道開発局帯広開発建設部：戸蔦別川下流土砂動態検討業務報告書，2025年3月.
- 6) 清家拓哉，渡邊康玄，平良知己：未固結の軟岩層を有する無加川流域における土砂輸送の実態把握，河川技術論文集，第30巻，pp.119-124，2024年6月.